

# **INFORME PIEZÓMETRO DE SANT ESTEVE DE LA SARGA: 09.303.009**



## ÍNDICE

1.	PROYECTO .....	1
1.1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.2.	METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA .....	2
1.3.	OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO .....	3
2.	LOCALIZACIÓN .....	4
3.	SITUACIÓN GEOLÓGICA .....	5
4.	MARCO HIDROGEOLÓGICO.....	6
5.	EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	7
6.	DATOS DE LA PERFORACIÓN .....	7
7.	COLUMNA LITOLÓGICA.....	8
8.	TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA.....	10
9.	ENTUBACIÓN REALIZADA .....	11
10.	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	14
11.	HIDROQUÍMICA .....	17
12.	CONCLUSIONES .....	19

### ANEJOS:

ANEJO Nº 0.: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1.: INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2.: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3.: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4.: INFORME DE ENTUBACIÓN

ANEJO Nº 4B.: VIDEORREGISTRO Y ENTUBACIÓN EN PVC

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6.: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7.: FICHA MARM Y FICHA I.P.A.

## 1. PROYECTO

### 1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En 1992, la D.G.O.H. y C.A. realizó el estudio “Establecimiento y explotación de redes oficiales de control de aguas subterráneas” en el que se establecen los criterios generales de uniformidad para el diseño y operación de las redes de observación en las cuencas intercomunitarias. A partir de este marco de referencia, este mismo organismo realizó en 1996 el “Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas. Piezometría, hidrometría y calidad Cuenca del Ebro”, en el que se proyectó una red piezométrica constituida por 178 puntos, de los cuales 107 eran de nueva construcción y el resto puntos ya existentes.

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del parque de maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, transformándose en varios Proyectos de obra.

En el Proyecto constructivo de esta fase, se proyectaron 23 sondeos con un total de 5.275 m de perforación, de los que 4.535 m se realizarían mediante rotoperCUSión (19 sondeos) y 740 m mediante rotación con circulación inversa (4 sondeos). En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

Con fecha 27 de marzo de 2006 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE (Clave: 09.820.031/2111), por un presupuesto de adjudicación de 867.106,07 euros, a la empresa “Compañía General de Sondeos, S.A. (CGS). El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 24 meses.

El contrato se firmó el 23 de mayo de 2006, el Acta de Replanteo se firmó y se remitió a la Dirección General del agua del Ministerio de Medio Ambiente, dando comienzo las obras el 21 de octubre de 2006.

Con fecha 20 de junio de 2006 se contrató a la empresa EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A., la Asistencia Técnica para la INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE, TT.MM. VARIOS Clave: 09.820.032/0411.

Dentro de los trabajos a realizar por EPTISA, se encuentra la redacción de un informe final para cada uno de los piezómetros controlados. En este documento se recoge tanto el seguimiento de la perforación como los ensayos efectuados y sus resultados.

## 1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

- Anteriores a la perforación
  - o Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos).
  - o Comprobación de accesos.
- Durante la perforación
  - o Seguimiento de la perforación.
  - o Interpretación de la testificación geofísica.
  - o Propuesta de entubación a la Dirección de Obra.
  - o Control de tareas finales como limpieza del sondeo toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
- En el ensayo de bombeo
  - o Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - o Representación e interpretación de datos obtenidos.
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - o Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - o Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - o Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
  - o Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

Este apartado de Seguridad y Salud es objeto de un informe aparte donde se recoge el seguimiento realizado antes y durante las obras.

- Redacción de informe final de cada piezómetro

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, Empresa Constructora y Asistencia Técnica se creó un Centro de Trabajo Virtual en el que se ha ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Se proyecta construir un piezómetro en el término municipal de Sant Esteve de la Sarga con el objeto de valorar las características del acuífero formado por las areniscas de la Fm. Areny de edad Maastrichtiense, incluido en la masa de agua subterránea 090.038 Tremp-Isona, en la zona de tránsito hacia las descargas en el Noguera Pallaresa.

Además de, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo, con el fin de observar su evolución piezométrica.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado 1,5 km al W de la localidad de Sant Esteve de la Sarga. En la ladera norte de la sierra del Montsec D'Ares (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento. O bien lo podemos hacer desde la N-230 desde Puente de Montañana o desde la C-13 desde Camarasa. En ambos casos deberemos desviarnos por la ctra. local que nos lleva hacia Sant Esteve y Alzamora. Entre ambas localidades parte la pista que sube hacia el observatorio astronómico del Montsec D'Ares. Tomaremos dicha pista, en la cual, encontraremos el piezómetro a nuestra derecha, en una pequeña explanada en la primera curva. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 313190      Y= 4661117      Z= 968 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Sant Esteve de la Sarga

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre arcillas, arenas y conglomerados del Paleoceno (Facies Garumn).

El piezómetro se sitúa en el bloque superior del manto del Montsec, estructura alpina de primer orden de la Cordillera Pirenaica. Aparte de las complicaciones locales, como las que suceden en la zona del anticlinal de bloque superior, la sucesión está constituida por un importante apilamiento de materiales Mesozoicos y Terciarios, entre ellos los que se cortan en el sondeo, que se encuentran buzando hacia el N. Este apilamiento es conforme con el ángulo de rampa del manto del Montsec.

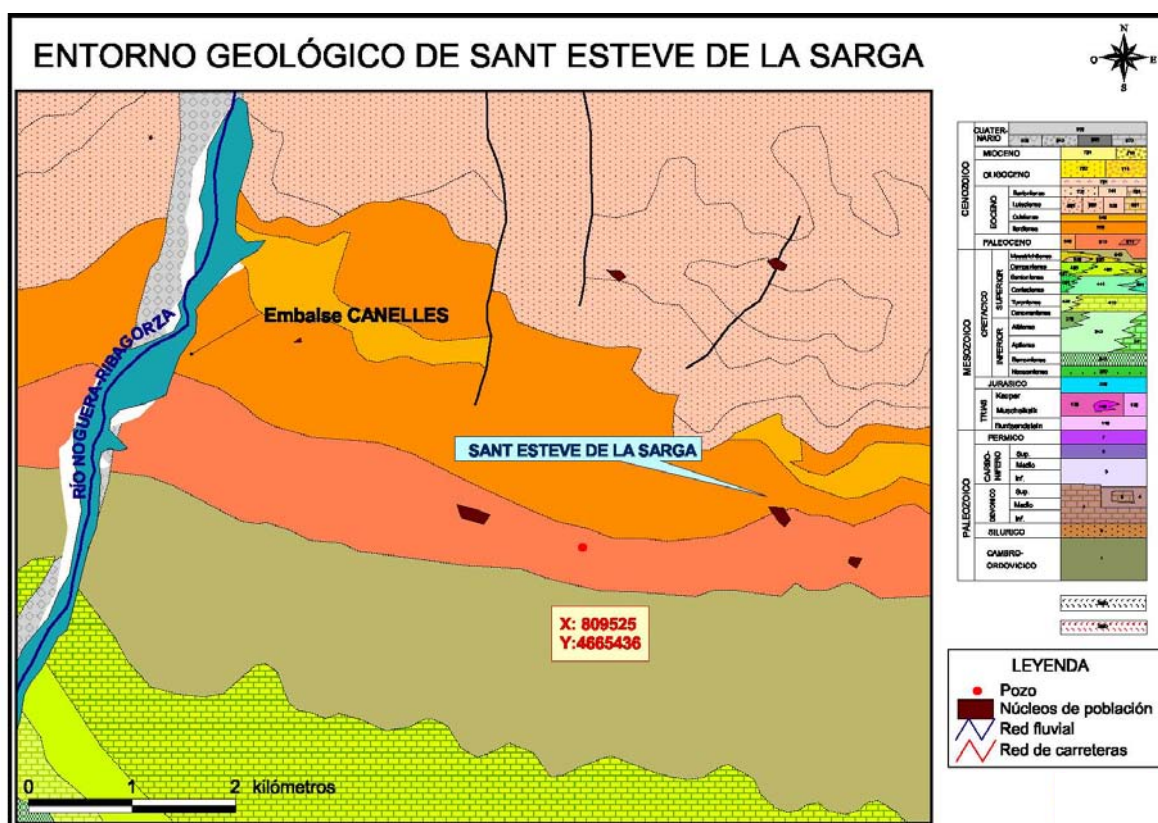


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Sant Esteve de la Sarga

#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se ubica en el Dominio Hidrogeológico 3 “Dominio Pirenaico del Sinclinal de Tremp”. Éste dominio engloba la estructura alóctona pirenaica (Unidad Surpirenaica Central) al E del Cinca y hasta el límite de la Cuenca del Ebro, donde incluye el manto de Pedraforca. Se identifica orográficamente con las Sierras Interiores y Exteriores Surpirenaicas al E del Cinca (Cotiella, Turbón, Boumort, Montsec, Carrodilla, San Mamet, etc).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 303 “Tremp-Isona”, correspondiente a la masa de agua subterránea con código 090.038 denominada “Tremp-Isona” y el acuífero a controlar son las areniscas de la Fm. Areny de edad Maastrichtiense.

El acuífero Maastrichtiense de la masa de agua 090.038 es un acuífero mixto con una superficie de 1598,14 km<sup>2</sup>.

La unidad hidrogeológica “Tremp-Isona”, comprende los relieves de las sierras del Montsec, Sant Corneli, de Carreu, del Boumort, de Gulp, y Prada que se extienden de E-W entre los ríos Noguera Ribagorzana y Segre.

La alimentación de estos acuíferos se produce en su mayor parte por infiltración directa de agua de lluvia o de escorrentía superficial. La descarga se produce de forma natural por medio de los lagos de Basturs y diversos manantiales (Font de la Sarga) y de forma difusa a los ríos Abella y Conques, así como al río Noguera Pallaresa y al embalse de Sant Antoni.

(Entorno geológico y columna litológica atravesada pueden consultarse en figuras 2 y 3 respectivamente)



## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria CGS, SA. mediante la subcontratación de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL, SL.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSión neumática a circulación directa marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 CV. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 21 de febrero de 2007 a las 16:00 horas y terminó el 25 de febrero de 2007 a las 11:30 horas.

Se realizó un emboquille de 12 m de profundidad perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Para afianzar el emboquille, se cementó por gravedad el espacio entre la tubería de 300 mm y la pared.

El resto de la perforación, se realizó con un diámetro de 220 mm y se entubo con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

El primer aporte observado se produjo a los 75 m, simplemente produjo un humedecimiento de las arenas perforadas.

Los aportes más importantes, se observaron a los 216 y 222 m de profundidad, aunque ninguno de ellos fue de gran entidad (alrededor de 0,3 l/s).

En el Anejo 1, se adjuntan los informes diarios de perforación, que describen más ampliamente lo sintetizado en este apartado, así como las incidencias y detalles de la perforación.

## 7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación se efectuó una descripción de las litologías extraídas observando las muestras del ripio de perforación cada metro; de todas ellas se eligieron las más representativas cada 5 metros guardándolas en sus correspondientes cajas para ser enviadas a la litoteca del IGME, para su preservación y archivo tras su análisis litoestratigráfico mediante lupa en gabinete.

Síntesis de la columna perforada (Tabla 1.: Descripción en campo):

De 0 a 6 m	Arcillas marrones y areniscas.
De 6 a 15 m	Conglomerado con cantos redondeados de caliza negra, arenisca de grano grueso marrón-blancuquecino y arcillas marrones.
De 15 a 19 m	Arenisca de grano grueso blancuquecina-rosácea.
De 19 a 24 m	Calcarenita recristalizada de grano fino gris-oscura.
De 24 a 29 m	En proporciones similares: arenas finas grises, calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.
De 29 a 31 m	Principalmente: arenas finas grises y en menor proporción calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.
De 31 a 39 m	En proporciones similares: arenas finas grises, calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.
De 39 a 42 m	Arenas finas amarillentas y algo de calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.
De 42 a 44 m	Arenas grises de grano fino.
De 44 a 48 m	Arenas grises de grano fino con algo de calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura.
De 48 a 51 m	Arenas amarillas de grano fino.
De 51 a 54 m	Arenas grises de grano fino.
De 54 a 58 m	Arenas gris claro de grano fino y calcarenita de grano fino marrón rosácea.
De 58 a 73 m	Arenas grises de grano fino.

---

De 73 a 85 m	Arenas grises y amarillas de grano fino.
De 85 a 93 m	Arenas grises de grano fino y calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura.
De 93 a 130 m	Arenas grises de grano fino y arenisca de grano fino gris oscura.
De 131 a 170 m	Arenisca marrón-naranja de grano fino.
De 170 a 185 m	Arenisca marrón-naranja de grano medio.
De 185 a 231 m	Arenisca marrón-naranja de grano fino.
De 231 a 280 m	Arenisca marrón claro de grano fino.

El Instituto Geológico y Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro efectuó una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas.

La edad de las litologías atravesadas, según el informe geológico del IGME son las siguientes:

De 0 a 131 m, Fm. Tremp, edad entre Maastrichtiense y Paleoceno.

De 131 a 280 m, Fm. Arenisca de Arén, edad Campaniense superior-Maastrichtiense.

En el Anejo 2, se incluye el informe geológico-columna litoestratigráfica realizado por el IGME.

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 24 de febrero de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo. Durante la testificación, se registraron los parámetros de gamma natural potencial espontáneo y resistividad así como la verticalidad y desviación de la perforación.

La testificación se realizó cuando la perforación tenía una profundidad de 231 m, por lo que al comprobarse que el nivel estaba a 222 m, se decidió profundizar la perforación para ganar espesor dentro de la zona saturada (hasta 280 m, que fue finalmente la profundidad definitiva).

Litológicamente, se detectaron dos zonas:

De 0 a 130 m, la cual posee tramos limosos.

De 130 m hasta el final (231 m), la cual prácticamente solo posee areniscas.

Se detectan las siguientes zonas aportantes:

A los 157 m, arenisca marrón-naranja de grano fino de la Fm. Areny (Cretácico Superior).

A los 222 m, 224-226 m y 227-228 m, arenisca marrón claro de grano fino. Fm. Areny (Cretácico Superior).

La sonda de desviación arroja un resultado de una desviación del sondeo en la vertical de 6,2 m en la base hacia el SE.

El nivel del sondeo se encuentra a 222 m de profundidad.

El caudal aportado por el sondeo debido a su escasez, es difícil de calcular, pero puede estar en torno a 0,2-0,3 l/s.

Con esos valores, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo).

En el Anejo 3, se incluye el informe completo de la testificación geofísica realizada en el sondeo, con los datos y gráficos obtenidos.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 y 3 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería filtrante “tipo puentecillo” de 180 mm de diámetro, con una luz de malla de 0,2 mm. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación y los datos de potencial espontáneo y resistividad registrados en la testificación geofísica.

Tabla 2. Entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-12	300	5	Acero	Ciega
0-220	180	4	Acero	Ciega
220-232	180	4	Acero	Filtro puente
232-244	180	4	Acero	Ciega
244-250	180	4	Acero	Filtro puente
250-256	180	4	Acero	Ciega
256-262	180	4	Acero	Filtro puente
262-268	180	4	Acero	Ciega
268-272,5	180	4	Acero	Filtro puente
272,5-278,5	180	4	Acero	Ciega

Cada uno de los tramos de tubería ha sido soldado a medida que se introducían en el piezómetro construido.

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el “colgado” y sujeción de la tubería de 180 mm de diámetro a la de 300 mm del emboquille, mediante una serie de orejetas soldadas entre ambas tuberías.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica, que queda anclada, mediante un dado de hormigón de dimensiones 1x1x0.7 m, que la envuelve y que a su vez queda cementado al emboquille del sondeo.

En el Anejo 4, se incluye el informe de entubación realizado durante su ejecución.

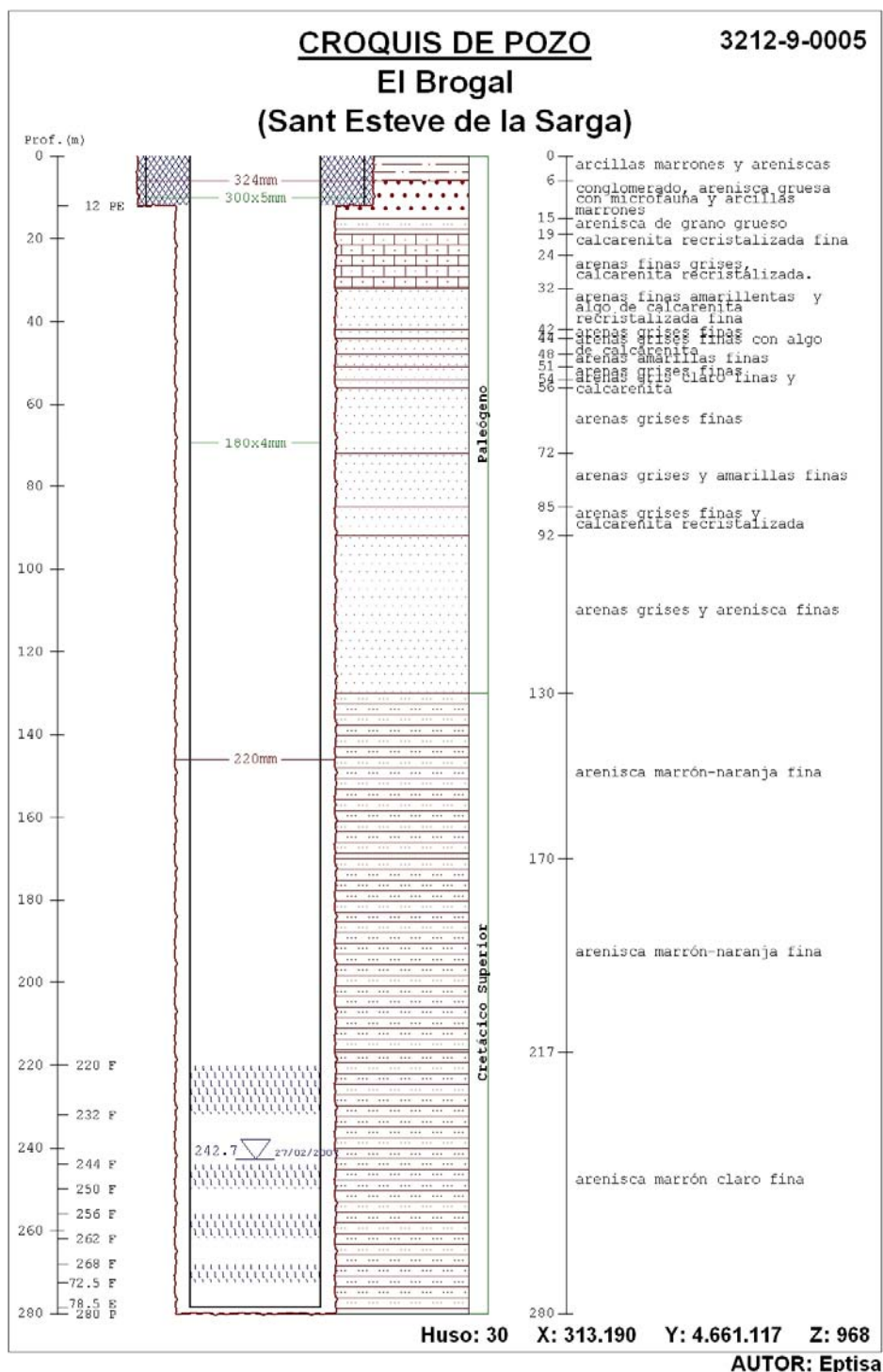


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

Los acuíferos principales perforados son de edad Maastrichtiense (Cretácico Superior) formados por areniscas de la Fm. Areny.

A los 76 m, se detecta el primer aporte, muy escaso pues únicamente humedece las arenas de grano fino perforadas en ese momento, estas arenas, pertenecen a las Facies Garum del Paleógeno.

A los 157 m, se produce un nuevo aporte. Este es algo más importante que el anterior, aunque también muy escaso. Se produce en las areniscas de la Fm. Areny (objetivo hidrogeológico de la perforación).

A los 216 y 222 m, se detectan sendos aportes también en las areniscas de la Fm. Areny y también con muy bajo caudal (0,2-0,3 l/s).

El 27 de febrero de 2007, se realiza la limpieza del sondeo. A pesar de inyectar aire a diferentes profundidades, no llega a aflorar agua en superficie en ningún momento de la limpieza.

### **ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO**

Durante los días 24 y 25 de septiembre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo, el cual por el poco volumen de agua aportado por el sondeo, duró 52 minutos bombeando y 19 horas y 58 minutos midiendo recuperación.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 264 m de profundidad.

Así, el primer escalón duró 37 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,3 l/s y el descenso del nivel fue de 37 m, es decir, hasta la bomba de impulsión, situada a 258 m de profundidad.

Se tomó recuperación durante 13 horas y 38 minutos, quedando el nivel en 222,27 m.

A continuación, se bombeó un segundo y último escalón, el cual duró 15 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,3 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 30 m en total.

Debido al escaso tiempo de bombeo, el agua tuvo una turbidez media durante los 52 minutos de bombeo.

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 450  $\mu$ S/cm, la temperatura de 12°C y el Ph de 7,50. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una durante el primer escalón y la otra al finalizar el ensayo de bombeo (final segundo escalón) (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).



Al finalizar el bombeo se midió una recuperación de 6 horas y 20 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 251 al 222,09 (1,09 m por debajo del nivel medido antes de comenzar el bombeo).

Tabla 3. Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	221,00		
1	223,14	2,14	0,3
3	233,96	12,96	0,3
5	237,00	16,00	0,3
10	240,43	19,43	0,3
15	243,29	22,29	0,3
20	245,71	24,71	0,3
30	254,97	33,97	0,3
35	257,00	36,00	0,3
37	258,00	37,00	0,3
38	258,00	37,00	0
42	258,00	37,00	0
46	258,00	37,00	0
47	245,75	24,75	0
49	230,25	9,25	0
52	230,14	9,14	0
57	230,00	9,00	0
62	229,91	8,91	0
67	229,78	8,78	0
77	229,47	8,47	0
97	228,94	7,94	0
127	228,19	7,19	0
157	227,45	6,45	0
217	226,34	5,34	0
277	225,38	4,38	0
337	224,61	3,61	0
457	223,59	2,59	0
577	222,81	1,81	0
697	222,44	1,44	0
817	222,32	1,32	0
855	222,27	1,27	0
856	224,13	3,13	0,3
858	242,15	21,15	0,3
860	244,55	23,55	0,3
865	247,59	26,59	0,3

870	251,00	30,00	0,3
871	237,08	16,08	0
872	231,18	10,18	0
875	226,05	5,05	0
880	225,89	4,89	0
885	225,81	4,81	0
900	225,47	4,47	0
930	225,01	4,01	0
960	224,70	3,70	0
990	224,29	3,29	0
1050	222,62	1,62	0
1080	222,28	1,28	0
1190	222,19	1,19	0
1345	222,12	1,12	0
1405	222,09	1,09	0

El Instituto Geológico y Minero de España mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, realiza la correspondiente interpretación del ensayo de bombeo.

La interpretación se ha realizado mediante la simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Theis.

Tabla 5, parámetros hidrogeológicos del acuífero obtenidos a partir de la interpretación del ensayo de bombeo:

Método	Transm. (m <sup>2</sup> /día)	r <sup>2</sup> .S (m <sup>2</sup> )	r/B	R. Equiv.	P. Carga (BQ <sup>n</sup> )	
					B	n
Simulación bombeo. Solución de Theis (MABE)	0,041	3,1.10 <sup>-3</sup>	3,5.10 <sup>-1</sup>	0,12	4,6.10 <sup>-12</sup>	4,5.10 <sup>0</sup>
Simulación recuperación. Solución de Theis (MABE)	0,049	3,1.10 <sup>-3</sup>	3,5.10 <sup>-1</sup>	0,12		

En el Anejo 5, se incluye el informe del desarrollo del ensayo y los partes con los datos del bombeo.

## 11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos “in situ” de conductividad eléctrica, pH y Temperatura; también se tomaron 2 muestras de agua para su posterior análisis, procedente de las siguientes fases de la obra:

- Muestra tomada durante el primer escalón en el ensayo de bombeo ( a los 30 minutos de bombeo)  
(Conductividad: 501  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , T<sup>a</sup>: 12,5°C, pH: 7,28.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo ( a los 15 minutos del segundo bombeo)  
(Conductividad: 446  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , T<sup>a</sup>: 11,8°C, pH: 7,45.)

De todas las muestras de agua, se ha efectuado un análisis de parámetros fisicoquímicos, constituyentes mayoritarios y minoritarios para su caracterización hidroquímica.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R.D. 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza (cantidad de iones Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como **BICARBONATADA-CÁLCICA** (según clasificación de Piper, en función del porcentaje en iones mayoritarios).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por el R.D. 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Tabla 8. Resultados de los análisis de agua, realizados en el Centro de Análisis de Agua, S.A. (CAASA) de Murcia (octubre, 2007). Datos en mg/l, excepto conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y pH:

Determinación	Muestra 1. Ensayo de bombeo (30 minutos)	Muestra 2. Ensayo de bombeo (15 minutos)
Conductividad	412	388
pH	7,42	7,42
Cloruros	5,78	2,89
Sulfatos	7,588	10,56
Bicarbonatos	291,40	279,15
Carbonatos	<5	<5
Nitratos	<1	<1
Sodio	4,65	3,86
Magnesio	<2	3,16
Calcio	77,30	80,90
Potasio	1,04	1,19
Nitritos	<0,04	<0,04
Amonio	<0,04	<0,04
Boro	0,09	0,19
Fosfatos	0,14	0,08
Anhídrido Silícico	7,10	6,33
Hierro	<0,05	<0,05
Manganeso	<0,02	<0,02

En el Anejo 6, se incluye los boletines de los análisis de agua realizados en el laboratorio.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Sant Esteve de la Sarga con el objeto de valorar las características del acuífero formado por las areniscas de la Fm. Areny de edad Maastrichtiense, incluido en la masa de agua subterránea 090.038 Tremp-Isona, en la zona de tránsito hacia las descargas en el Noguera Pallaresa.

Además de, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo, con el fin de observar su evolución piezométrica.

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 280 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por areniscas de la Fm. Areny de edad Maastrichtiense (Cretácico Superior). El nivel se encuentra a 221 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,3 l/s. Los parámetros hidrogeológicos que mejor se ajustan a las curvas experimentales del ensayo, obtenidos mediante simulación de la recuperación con programa MABE utilizando la solución de Theis son:  $T=0,049 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2.S=3,1.10^{-3} \text{ m}^2$ ,  $r/B=3,5.10^{-1}$ ,  $R. \text{Equiv}=0,12$ .

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza se considera un agua MUY DURA (cantidad de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en solución) y por su composición se clasifica como BICARBONATADA-CÁLCICA (según clasificación de Piper).



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJOS

# ANEJO 0

## PERMISOS Y REPLANTEO

PIEZÓMETRO: 4  
PROVINCIA: LÉRIDA  
MUNICIPIO: SANT ESTEVE DE LA SARGA

Se realiza la visita al campo el 16 de septiembre de 2005. Se habla con el alcalde y con la secretaria y se les entrega un modelo de solicitud de disponibilidad de terrenos. El alcalde nos acompaña al campo a ver varios emplazamientos.

**E1.** El primer emplazamiento que se visita es uno propuesto por él mismo al que se accede por el primer camino a la izquierda nada más pasar el pueblo de Moró. Es el camino de Sant Martí. Se avanza 2,300 m hacia el barranco y se llega a una explanada a mano izquierda delante del barranco. Sus coordenadas son:

X: 319888  
Polígono 6, parcela 462, c.

Y: 4660075

Z: 660 m



Este barranco es el mismo en el que está ubicado el pozo de abastecimiento de Sant Esteve pero a 2 km de distancia en línea recta (hacia el ESE).

Al ayuntamiento le interesa construir el piezómetro en esta zona porque no tienen datos.

**E2.** El segundo emplazamiento se ubica a 300 m del inicio de la pista que sube al Montsec, en la primera curva, a mano izquierda. Esta pista está pasados el pueblo de Sant Esteve y las parcelas cultivadas a ambos lados de la carretera, a mano izquierda. Sus coordenadas son:



X: 313186  
Polígono 2, parcela 132.

Y: 4661126

Z: 956 m



Habría que acondicionar el acceso a esta plataforma, pero es la zona que más se aproxima a la acordada.

**E3.** Por el mismo camino, a 5,400 km del anterior emplazamiento hay un sobrancho a mano izquierda. Enfrente hay una parcela grande, cultivada, que pertenece a la Iglesia. Sus coordenadas son:

X: 314132

Y: 4659254

Z: 1273 m

Polígono 5, parcela 23.





Este emplazamiento se sitúa sobre las calcarenitas pero está muy alto en cota, la perforación tendría que ser muy larga.

## PERFORACIÓN

Los primeros emplazamientos se ubican sobre las Facies Garum. El acuífero a controlar son las areniscas del Cretácico. El E3 se ubica directamente sobre las areniscas del Cretácico, pero unos 300 m más alto en cota que el pozo de abastecimiento. En principio, la perforación será de unos 250 m.

Está claro que los dos últimos emplazamientos no interesan porque están muy altos y habría que realizar un pozo muy largo.

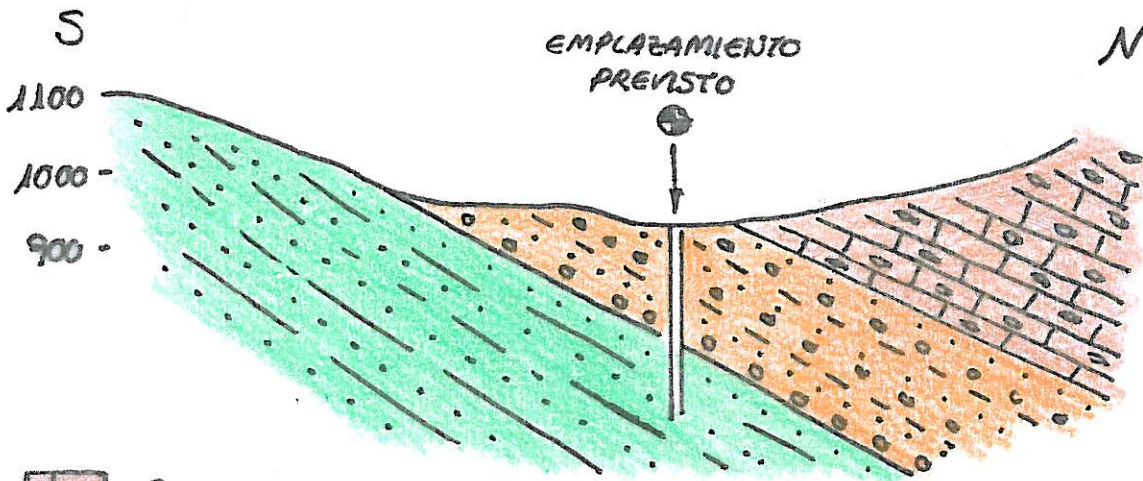
## PERMISOS




Alcalde: Jaume Montanuy Baró  
Ajuntament de Sant Esteve de la Sarga  
Casa Consistorial  
25632 – Sant Esteve de la Sarga  
Pallars Jussà  
Tel.: 973 65 33 77 / Fax.: 973 65 33 78

Otra dirección:  
C/ Magistrat Saura, 22 bajos  
25620 - Tremp

Todos estos emplazamientos son L.I.C. y Z.E.P.A.

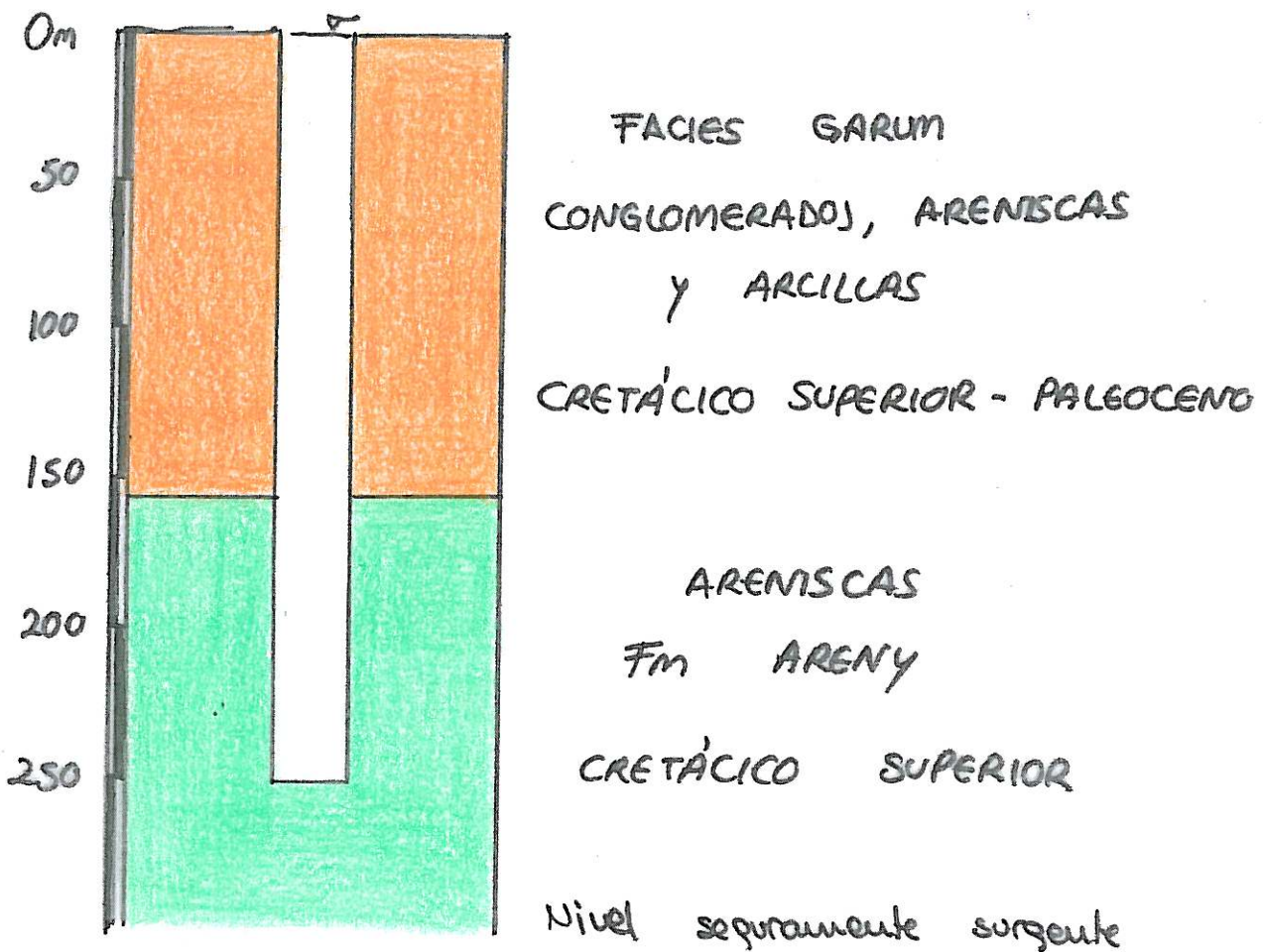
# SANT ESTEVE DE LA SARGA

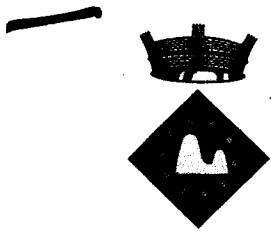


-  Calizas con alveólos. LERDIENSE
-  Conglomerados, arenas y arcillas. Facies Garum. MAASTRICHT-DANIENSE
-  Areniscas. Fm Areny. CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE

ESCALA HORIZONTAL 1:12500

ESCALA VERTICAL 1:10000





AJUNTAMENT  
DE  
SANT ESTEVE DE LA SARGA

AJUNTAMENT DE ST. ESTEVE DE LA SARGA	
REGISTRE	
13 FEB. 2006	
ENTRADA	SORTIDA
Núm.	Núm. 26
Hora:	Hora:
Exp.	

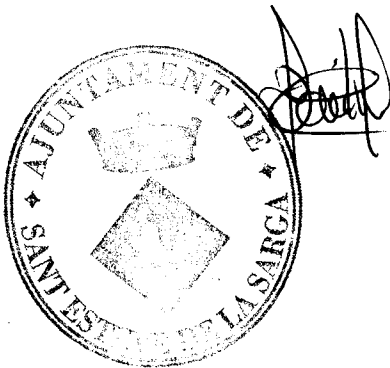
Exp. 75/2005

Sra. Teresa Carceller Layel  
Técnico Facultativo Superior de la  
Oficina de Planificación Hidrológica



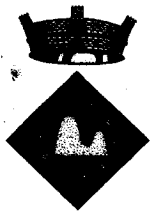
De conformidad con su escrito, N/REF.: VAE, referente a la solicitud de disponibilidad de terrenos para la construcción y observación de un piezómetro, adjunto le remito certificado del acuerdo adoptado por el Pleno del Ayuntamiento.

Atentamente



Jaume Montanuy Baró  
Alcalde

Sant Esteve de la Sarga, 10 de febrero de 2006



AJUNTAMENT  
DE  
SANT ESTEVE DE LA SARGA

Núria Agulló Salvà, Secretaria Habilitada del Ayuntamiento de Sant Esteve de la Sarga,

### CERTIFICO

Que el Pleno del Ayuntamiento en sesión extraordinaria, celebrada el día 03 de febrero de 2006, acordó, entre otros, el siguiente acuerdo que literalmente dice:

#### "SEPTIMO: DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PIEZOMETRO."

De conformidad con la solicitud de Confederación Hidrográfica del Ebro, de fecha 16 de diciembre de 2005, referente a la disponibilidad de los terrenos de la parcela 132, del polígono 2, para la construcción y observación de un piezómetro.

El Pleno de la Corporación, por unanimidad de los presentes, cinco de los cinco miembros de la Corporación, acuerda:

Primero: La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup>; necesarios para construir el sondeo 4 en terreno público de este municipio, en el polígono 2 – parcela 132.

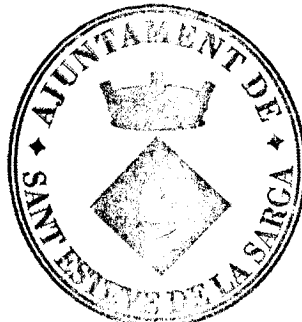
Segundo: La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.

Tercero: El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios."

Para que así conste y a los efectos pertinentes, expido la presente certificación, con el visto bueno del Sr. Alcalde, a expensas de su aprobación definitiva, de acuerdo a lo que prevé el art. 206 del Reglamento de organización, funcionamiento y régimen jurídico de las entidades locales (RD 2568/1986, de 28 de noviembre), a Sant Esteve de la Sarga, a diez de febrero de 2006.

La Secretaria Habilitada

N. Agulló



Visto bueno  
El Alcalde

Jaime Montanuy Baró

# ANEJO 1

## INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 21/02/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Sant Esteve de la Sarg	<b>POBLACIÓN:</b> Sant Esteve de.	<b>PROFUNDIDAD:</b> 12 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 21/02/07	<b>SISTEMA:</b> Rotopercusión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 10 m/h		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### Estado de la perforación

A las 14:30 se realiza el emplazamiento de la maquinaria en Sant Esteve de la Sarga.



Descargando el varillaje





**Maquinaria en el emplazamiento de Sant Esteve de la Sarga**

Las coordenadas del punto en el que se realizará la perforación son las siguientes:

X: 313190    Y: 4661117    Z: 968 m

Se comienza a perforar con el martillo de 324 mm a las 16:00.



**Comienzo de la perforación con el martillo de 324 mm de diámetro**

Una vez perforados los 12 primeros metros, se introduce la tubería de 300 mm.



**Introduciendo la tubería de emboquille**



**Soldando las tuberías de 300 mm de diámetro**

Por último, quedan cementados los 12 m entre la tubería de 300 mm y la pared.



**Introduciendo el cemento**



**Tubería de "emboquille" una vez cementados los 12 m**

El día de trabajo concluye a las 20:30.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
FECHA: 22/02/07		Nº pág:
Nº SONDEO: Sant Esteve de la Sarg	POBLACIÓN: Sant Esteve de.	PROFUNDIDAD: 120 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 21/02/07	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIÁMETRO: 324 mm y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 10 m/h		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### Estado de la perforación

A las 9:30 se comienza a perforar con el martillo de 220 mm por el interior de la tubería de "emboquille".



Perforando con el martillo de 220 mm (arenas finas amarillas, prof: 50 m)



Perforando con el martillo de 220 mm (arenas finas grises, prof: 85 m)

A unos 75 m, el sondista dice que parece detectarse un pequeño aporte pues las arenas salen humedecidas.

A los 80 m se comienza a inyectar agua al sondeo para agilizar el avance de la perforación. Este agua posee una conductividad de 540  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

El día de trabajo concluye a las 19:00, con 120 m perforados.

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados durante el día de perforación, son los siguientes:

De 0 a 6 m, arcillas marrones y areniscas.

De 7 a 15 m, conglomerado con cantos redondeados de caliza negra, arenisca de grano grueso marrón-blancuecino y arcillas marrones.

De 16 a 19 m, arenisca de grano grueso blancuecina-rosácea.

De 20 a 24 m, calcarenita recristalizada de grano fino gris-oscura.

De 25 a 29 m, en proporciones similares: arenas finas grises, calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.

De 30 a 31 m, principalmente: arenas finas grises y en menor proporción calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.

De 32 a 39 m, en proporciones similares: arenas finas grises, calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.

De 40 a 42 m, arenas finas amarillentas y algo de calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.

De 43 a 44 m, arenas grises de grano fino.

De 45 a 48 m, arenas grises de grano fino con algo de calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura.

De 49 a 51 m, arenas amarillas de grano fino.

De 52 a 54 m, arenas grises de grano fino.

De 55 a 57 m, arenas gris claro de grano fino y calcarenita de grano fino marrón rosácea.

De 58 a 72 m, arenas grises de grano fino.

De 73 a 85 m, arenas grises y amarillas de grano fino.

De 85 a 92 m, arenas grises de grano fino y calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura.

De 93 a 120 m, arenas grises de grano fino y arenisca de grano fino gris oscura.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 23/02/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Sant Esteve de la Sarg	<b>POBLACIÓN:</b> Sant Esteve de.	<b>PROFUNDIDAD:</b> 210 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 21/02/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 10 m/h		

## **INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO**

### **Características de la maquina de perforación**

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### **Estado de la perforación**

A las 9:00 se continúa perforando con el martillo de 220 mm desde los 120 m del día anterior.

Nada más comenzar a perforar, sale repentinamente bastante cantidad de agua, la cual se fue acumulando durante la noche, proveniente del pequeño nivel cortado en las facies Garum.

A partir de los 131 m entramos en la Formación Areny (objetivo del presente sondeo).



Perforando con el martillo de 220 mm en las areniscas de la formación Areny (prof: 136 m)

Entre 11:30 y 14:00, con 153 m profundidad, se detiene la perforación por sustitución del martillo por otro nuevo.



Extrayendo maniobra para sustituir el martillo





**martillo sustituido de 220 mm**

A los 157 m, se corta nivel dentro de la formación Areny.

Este aporte, poco abundante, se mantiene constante a lo largo del día de perforación.



**Perforando a 190 m de profundidad**

El día de trabajo concluye a las 19:30, con 210 m perforados.

### Columna litológica

Los materiales atravesados durante el día de perforación, son los siguientes:

De 93 a 130 m, arenas grises de grano fino y arenisca de grano fino gris oscura.

De 131 a 170 m, arenisca marrón-naranja de grano fino.

De 170 a 184 m, arenisca marrón-naranja de grano medio.

De 185 a 210 m, arenisca marrón-naranja de grano fino.

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)		
FECHA: 24/02/07		Nº pág:
Nº SONDEO: Sant Esteve de la Sarg	POBLACIÓN: Sant Esteve de.	PROFUNDIDAD: 243 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 21/02/07	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIÁMETRO: 324 mm y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15 m/h		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

#### Estado de la perforación

A las 9:30 se continúa perforando con el martillo de 220 mm desde los 210 m del día anterior.

Nada más comenzar a perforar, sale repentinamente bastante cantidad de agua, la cual se fue acumulando durante la noche, proveniente del nivel cortado a los 157 m en la Fm Areny.

Se detectan fracturas con aporte a los 216 m y a los 222 m, tomándose conductividad del agua: 250  $\mu$ S/cm.



**Perforando a 224 m de profundidad**

A las 11:30 se alcanzan 231 m, profundidad establecida previamente como objetivo por lo que se detiene la perforación, comenzando acto seguido a extraerse el varillaje.

A las 13:00 llega el equipo de testificación geofísica, comenzando su labor a las 13:15.



**Testificación geofísica**

A las 14:50 concluye la testificación, marchándose a las 15:00.

La testificación arroja los siguientes datos:

Existen litológicamente dos zonas bien diferenciadas, una de 0 a 130 m, la cual posee tramos limosos y otra de 130 m hasta el final, la cual prácticamente solo posee areniscas.

El nivel aparece a los 222 m.

Hay fracturas a 222 m, 224-226 m y 227-228 m. Estas vienen marcadas por una bajada en la resistividad y un cambio brusco en la T<sup>a</sup>.

Al aparecer tan bajo el nivel, José Luengo (geofísico) nos comenta que no tiene parámetros suficientes para hacer más valoraciones en los metros superiores a la zona freática.

Le preguntamos que si ve fracturas en 157 m y en 216 m, y dice que en 157 m hay un aumento en el contenido de arcillas (aumento de gamma natural) por lo que también es una fractura. En 216 m, no lo ve tan claro.

La desviación del sondeo en la base es de 6,2 m hacia el SE.

Una vez concluida la testificación geofísica, se mide el nivel con la sonda manual y éste aparece en 224 m.

Al tener el nivel tan profundo, asistencia técnica y contratista en comunicación con la dirección de obra deciden continuar el sondeo en principio, otros 30 m más (hasta 260 m) siempre que no aparezcan las calizas del cretácico superior o haya un cambio de facies que nos haga pensar en estar entrando en las citadas calizas.

De manera, que a las 16:00 se comienza a introducir de nuevo el varillaje, para a las 17:15 continuar perforando desde los 231 m.



**Perforando a 237 m de profundidad**

Se profundiza en las areniscas de la Fm Areny hasta los 243 m, momento en que concluye la jornada de trabajo.

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados durante el día de perforación, son los siguientes:

De 210 a 230 m, arenisca marrón-naranja de grano fino.

De 231 a 243 m, arenisca marrón claro de grano fino.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 25/02/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Sant Esteve de la Sarg	<b>POBLACIÓN:</b> Sant Esteve de.	<b>PROFUNDIDAD:</b> 280 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 21/02/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 15 m/h		

## **INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO**

### **Características de la maquina de perforación**

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### **Estado de la perforación**

A las 9:00 se continúa perforando con el martillo de 220 mm desde los 243 m del día anterior.



**Perforando en las areniscas de la Fm Areny (prof. 250 m)**

A las 10:00 se alcanzan 260 m de profundidad sin cambio de facies alguno (seguimos en la Fm Areny), y sin nuevos aportes que los que se vieron entre 222 y 228 m y en 231 m (se mantiene un caudal muy escaso de aproximadamente 0,5 l/s), de manera que asistencia técnica y contratista deciden continuar unos metros más para ganar espesor en la zona freática e intentar llegar al final del acuífero de la Fm Areny (objetivo hidrogeológico).



**Perforando a 278 m de profundidad en la Fm Areny**

A las 11:30 se alcanzan 280 m de profundidad sin cambios en la litología ni nuevos aportes apreciables, por lo que se decide concluir la perforación en los 280 m.

Acto seguido comienza a extraerse el varillaje.

A las 14:30 concluye la extracción.

Se mide nivel con sonda manual, situándose en 243 m.

Al concluir la perforación hace poco tiempo y tener escaso caudal el sondeo, éste tardará aún en recuperar su verdadero nivel.

A continuación, Asistencia técnica y Contratista en contacto con la Dirección de obra, tras analizar las gráficas aportadas por la testificación geofísica y las muestras y observaciones realizadas durante la perforación, deciden la siguiente columna de entubación:

De 278,5 a 272,5 m, tubería ciega.

De 272,5 a 268 m, tubería de filtro.

De 268 a 262 m, tubería ciega.

De 262 a 256 m, tubería de filtro.

De 256 a 250 m, tubería ciega.

De 250 a 244 m, tubería de filtro.

De 244 a 232 m, tubería ciega.

De 232 a 220 m, tubería de filtro.

De 220 a 0 m, tubería ciega.

Total tubería de filtro: 28,5 m.

Total tubería ciega: 250 m.

La tubería quedará colgada 1,5 m del fondo del sondeo.

A las 15:00 comienza la entubación.



**Elevando la tubería**



**Elevando un tramo de 6 m de tubería filtrante**





**Soldando dos tuberías ciegas**

A las 18:30 concluye la jornada con 124,5 m entubados.

Mañana se continuará entubando en el momento que llegue el resto de la tubería que falta.

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados durante el día de perforación, son los siguientes:

De 243 a 280 m, arenisca marrón claro de grano fino.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 26/02/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Sant Esteve de la Sarg	<b>POBLACIÓN:</b> Sant Esteve de.	<b>PROFUNDIDAD:</b> 280 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 21/02/07	<b>SISTEMA:</b> Rotopercusión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Estado de la perforación

A las 11:00 se continúa entubando desde los 124,5 m del día anterior.



Colocando un tramo de tubería ciega de 6 m



**Soldando un tramo de tubería ciega**



**Enganchando la tubería para ser elevada**

A las 18:00, concluye la jornada con 235,5 m entubados.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 27/02/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Sant Esteve de la Sarg	<b>POBLACIÓN:</b> Sant Esteve de.	<b>PROFUNDIDAD:</b> 280 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 21/02/07	<b>SISTEMA:</b> Rotopercusión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Estado de la perforación

A las 9:00 se continúa entubando desde los 235,5 m del día anterior.



**Soldando un tramo de tubería ciega**



**Tuberías ciegas en tramos de 3 m, soldadas en hélice**

A las 10:00, finaliza la entubación con 278,5 m entubados, quedando la tubería 1,5 m colgada del fondo.

A continuación, se mide nivel, situándose éste en 241,6 m.

A las 11:00 se comienza a introducir maniobra para acometer la limpieza del sondeo.

Se empieza inyectando aire escalonadamente conforme se va introduciendo el varillaje.

Se llega al fondo y se continúa introduciendo aire a la máxima potencia que da el compresor.

Al exterior salen escasas gotas de agua, aire y algunas partículas de sedimento.



**Limpieza (no llega a aflorar el agua)**



**Limpieza (aire, algo de sedimento y algunas gotas llegan a superficie)**

A las 16:00, se sube la maniobra para inyectar aire desde más arriba, pero continúa sin obtenerse agua en superficie.

A las 17:15 se da por concluida la limpieza y comienza a extraerse la maniobra.

Se observa al sacar el varillaje como a partir de aproximadamente los 150 m, las barras salen a superficie mojadas y limpias.

A las 19:15 termina la extracción y a continuación, se mide nivel: 242,7 m.

Para mañana queda el cementado y engravillado en cabeza de sondeo y el tapado provisional.

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)		
FECHA: 28/02/07		Nº pág:
Nº SONDEO: Sant Esteve de la.	POBLACIÓN: Sant Esteve de.	PROFUNDIDAD: 280 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 21/02/07	SISTEMA: Rotopercusión	
DIÁMETRO: 324 mm y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Estado de la perforación

A las 9:00 de la mañana se cementa y engravilla en cabeza de sondeo.

Se tapa provisionalmente el sondeo con chapa metálica, dejando un pequeño agujero para introducir la sonda por si hubiese que medir nivel antes de instalar el dado y la arqueta.



**Sondeo tapado provisionalmente con chapa metálica**



**Detalle: agujero para introducir la sonda manual**



Por último, se carga todo el equipo para ser trasladado en esta misma mañana al siguiente emplazamiento: Massoterets.



**Caseta y tuberías preparadas en el camión para el traslado a Massoterets**

Fdo: Luis Almansa Calzado



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 2

## INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 3212-8-0025  
(P-09.303.09)**

**SANT ESTEVE DE LA SARGA (LÉRIDA)**

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4º C  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX : 976 553358



## ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Sant Esteve de la Sarga (Lleida) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 12 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 268 m restantes se perforaron a 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El sondeo queda colgado a un metro del fondo.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 220 m tubería ciega. De 220 m a 232 m filtro de puentecillo. De 232 m a 244 m tubería ciega. De 244 m a 250 m filtro de puentecillo. De 250 m a 256 m tubería ciega. De 256 m a 262 m filtro de puentecillo. De 262 m a 268 m tubería ciega. De 268 m a 272,5 m filtro de puentecillo. De 272,5 m a 278,5 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición del sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 3212-8-0025 (P-09.303.009) se localiza en el término municipal de Sant Esteve de la Sarga (Lleida).

El piezómetro se ubica a 300 m del inicio de la pista que sube al Montsec, en la primera curva, a mano izquierda. Esta pista está pasado el pueblo de Sant Esteve y las parcelas cultivadas a ambos lados de la carretera, a mano izquierda.

Las coordenadas son: X: 809530, Y: 4665428, Z: 968 m (Fig.1).

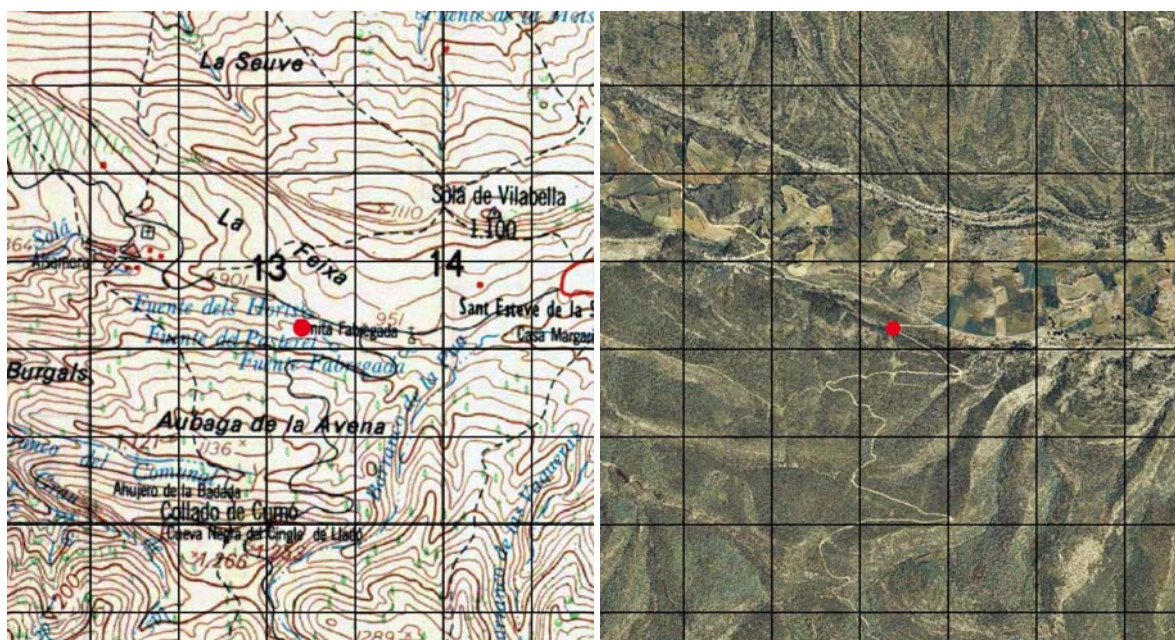


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Espaciado de la cuadrícula, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Paleoceno que se diferencian como unidad 17 dentro del inédito Mapa Geológico MAGNA 289 (Benabarre). Se corresponden con las unidades 47 a 52 de la vecina Hoja MAGNA nº 252 (Trempe) de edad Paleoceno. Estas unidades entran bajo la denominación general de Facies Garumn.

El piezómetro se sitúa en el bloque superior del manto del Montsec, estructura alpina de primer orden de la Cordillera Pirenaica. Aparte de las complicaciones locales, como las que suceden en la zona del anticlinal de bloque superior, la sucesión está constituida por un importante apilamiento de materiales Mesozoicos y Terciarios, entre ellos los que se cortan en el sondeo, que se encuentran buzando hacia el N. Este apilamiento es conforme con el ángulo de rampa del manto del Montsec.

Los ángulos estimados, aunque no han podido ser confirmados con datos de campo, de buzamiento se pueden situar en torno a los 30° hacia el N.

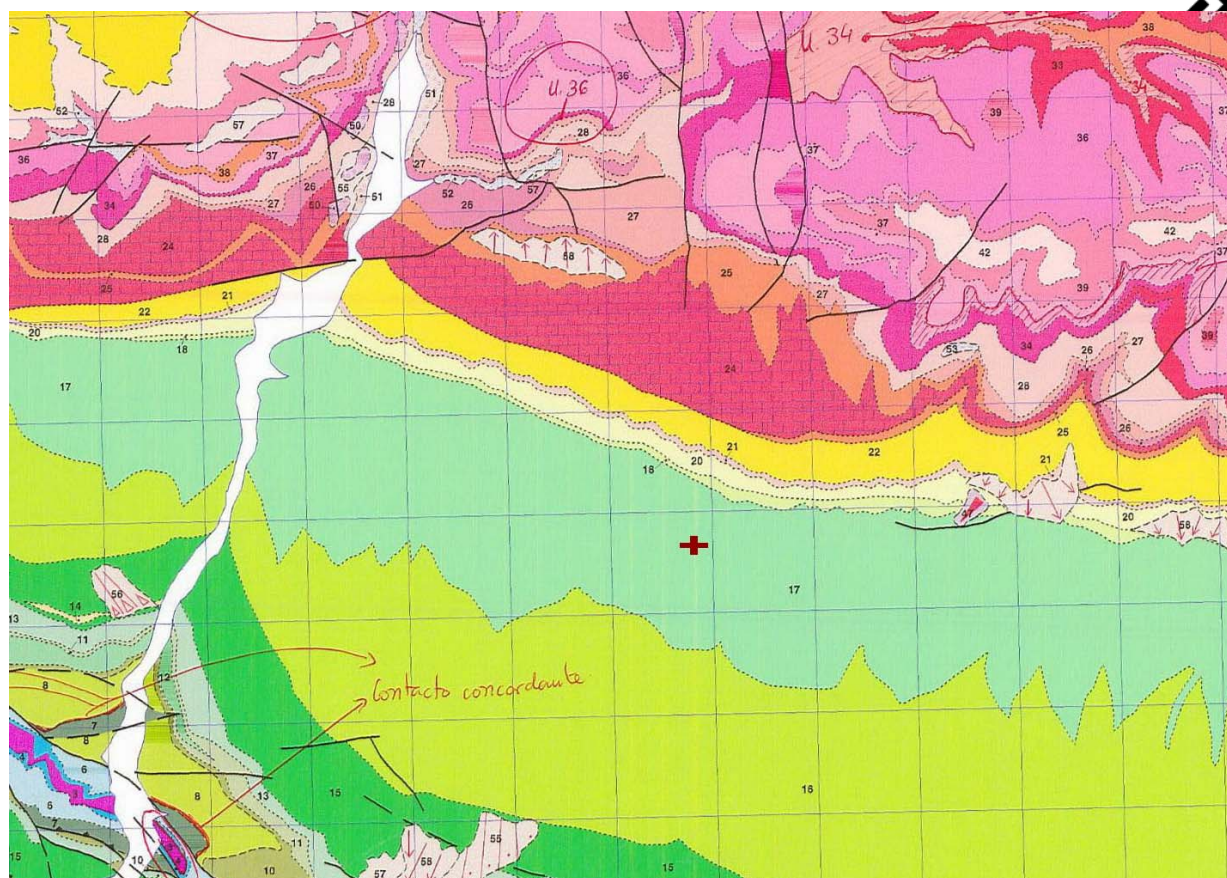


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía MAGNA.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado sobre materiales de naturaleza lutítico-margosa, típica de las Facies Garumn en esta zona. Estos materiales son los que el sondeo va a atravesar a lo largo de la primera parte del sondeo. La edad de esta unidad es difícil de estimar con precisión, pero se desarrolla entre el Maastrichtiense y el Paleoceno. Esta unidad se define formalmente como Fm. Tresp (Mey, 1968).

Las sucesiones del Garumn son muy monótonas y es difícil poder precisar en que parte del mismo se desarrolla en sondeo. No obstante, la presencia de areniscas y litologías competentes, hace pensar que el sondeo corta la parte media e inferior de esta unidad, que se caracteriza por vastas sucesiones de materiales pelíticos, con evidencias de paleosuelos y hacia abajo una mezcla de lutitas, margas, calizas y areniscas. La parte superior se denomina tramo de St. Sebastián. Esta parte de la Fm. Tresp, está datada como Daniense (Ullastre y Masriera, 1998), mientras que la parte inferior formaría parte del Maastrichtiense superior.

No obstante, recalcar que esta atribución se realiza de modo tentativo y debe ser usada con las precauciones debidas a las asunciones realizadas.



Las facies Garumn comentadas se cortan hasta el metro 131, a partir del cual se entra en una unidad de naturaleza arenosa muy característica. Estas areniscas, poco cementadas en general, bastante porosas se cortan hasta el final del sondeo. En numerosas ocasiones se trata de calcarenitas bioclásticas con abundantes Orbitoides. Con todas estas características, este tramo se atribuye a la Fm. Arenisca de Arén.

La edad de esta unidad es Campaniense superior-Maastrichtiense (Simó, 1985; Simó, 2004).

#### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

### **TRAMO 1**

0-18 m. Arcillas rojas algo limosas, con pasadas de calcarenitas amarillentas con textura equivalente *packstone* de extraclastos (cuarzo), La matriz es carbonatada. Estas pasadas son más frecuentes hacia abajo. A partir del metro 6 aparecen areniscas blanco rojizas de grano fino a grueso e incluso microconglomeráticas. Estas areniscas en la parte basal son calcarenitas bioclásticas con muchos extraclastos.

### **TRAMO 2**

18-39 m. Calizas y dolomías de colores diversos (gris, anaranjados, negruzcos) con ocasionales calcarenitas rojizas a techo y areniscas del mismo tono. Las areniscas son de grano fino con granos de cuarzo poco redondeados. Las calcarenitas presentan una textura equivalente de *packstone* con granos de cuarzo. Las dolomías son de grano fino a medio, conservando de manera ocasional fantasmas de foraminíferos. Las calizas suelen estar bastante recristalizadas, pero se reconocen texturas *wackestone* bioclástico.

### **TRAMO 3**

39-55 m. Areniscas ocre y grises de grano fino, con ocasionales bioclastos. Los granos son una mezcla de cuarzo y líticos carbonatados. La matriz es de naturaleza micrítica. Hacia la base del tramo son más frecuentes las areniscas de grano medio.



#### **TRAMO 4**

55-75 m. Arenas, areniscas y margas de colores grises. Las arenas y areniscas presentan grano medio. Ocasionalmente presentan algún fragmento de bioclasto. Las margas aparecen como pequeñas intercalaciones y son bastante limosas.

#### **TRAMO 5**

75-100 m. Margas ocreas con areniscas ocreas de grano fino a medio y grises de grano fino. Las areniscas son de naturaleza carbonatada y en numerosas ocasiones gradan a calcarenitas.

Se detecta un pequeño aporte en torno al metro 96.

#### **TRAMO 6**

100-110 m. Areniscas calcáreas y calcarenitas. El grano va desde fino a medio. La textura equivalente de las calcarenitas es *packstone* extraclástico. Ocasionales bioclastos y foraminíferos aporcelanados.

#### **TRAMO 7**

110-131 m. Areniscas grises con intercalaciones margosas. Las areniscas son de grano fino a medio. La textura equivalente de las calcarenitas es *packstone* extraclástico. Escasos bioclastos y foraminíferos.

#### **TRAMO 8**

131-190 m. Areniscas ocreas de grano fino a medio, con puntuales pasadas de areniscas de grano grueso a microconglomeráticas alterando con calcarenitas peloidales y bioclásticas. De manera puntual se observa alguna pasada de caliza pura, con miliólidos y otros bioclastos. La textura de estas es *grainstone/packstone*. En las areniscas es habitual encontrar fragmentos de bioclastos.

Aporte poco abundante de agua en el metro 157.





## TRAMO 9

190-210 m. Arcillas arenosas rojizas con areniscas de grano fino a grueso y calcarenitas. Las calcarenitas presentan textura equivalente *packstone* y contienen abundantes bioclastos, entre los que destacan los *Orbitoides*.

## TRAMO 10

210-230 m. Microconglomerados con areniscas y calcarenitas ocreas. En las facies más groseras aparecen frecuentes granos bioclásticos y fragmentos de *Orbitoides*. Muy subordinado a estas facies groseras aparecen las areniscas, que son de grano fino y las calcarenitas, de textura equivalente *wackestone*.

Se detectan fracturas con aporte a los 216 m, a los 222 m, 224-226 m y 227-228 m.

## TRAMO 11

230-245 m. Calizas grises con pasadas de areniscas y calcarenitas. Las calizas presentan texturas *grainstone/packstone* con fragmentos muy rotos de bioclastos, así como *grainstone* de peloides/intraclastos. Hacia la parte basal del tramo aumentan las areniscas de grano fino a medio.

## TRAMO 12

245-280 m. Areniscas y calcarenitas marrones. Las areniscas son en general de grano medio, si bien hay términos de grano fino y grueso. Algunas de estas areniscas presentan fragmentos de bioclastos rotos. Las calcarenitas presentan una textura equivalente de *packstone* con extraclastos y restos de bioclastos muy fracturados. Hacia la base del tramo aparecen areniscas de grano grueso más abundantes e incluso microconglomeráticas. Puntualmente entre las calcarenitas aparecen algunas calizas *grainstone* bien clasificado y mal redondeado de bioclastos y peloides.

## REFERENCIAS

<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 252-Tremp (1991).

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 289-Benabarre (Inédito)

MEY, P.H.W. (1968): The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera valleys, Central Pyrenees, Spain, Leidse Geol. Med., 41, pp. 153-220.

SIMO, A. (1985): Secuencias deposicionales del Cretácico Superior de la Unidad del Montsec (Pirineo Central). Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 326 pp.

SIMO, A. (2004): El Cretácico Superior de la Unidad Surpirenaica Central. En: Geología de España. 296-298 Ed: J.A. Vera.

ULLASTRE, J.; MASRIERA, A. (1998): Nuevas aportaciones al conocimiento estratigráfico del Paleoceno continental del Pirineo catalán (España), Treballs del Museu de Geologia de Barcelona, vol 7; 95-128.

CÓDIGO IPA: 3212-8-0025  
CÓDIGO MMA: 09-303-009

MUNICIPIO: SANT ESTEVE DE LA SARGA  
PROVINCIA: LLEIDA

HOJA Nº 3212

PARAJE: Sant Esteve Pol 2 Parc.132

FECHA INICIO: 21/02/2007  
FECHA FINAL: 25/02/2007

COORDENADAS UTM HUSO 30  
809530  
4665428  
548

PRECISIÓN (X,Y):  
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: Javier F. Ipas Lloréns

VELOCIDAD m/h	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	COMPONENTES	POROSIDAD			PERMEABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
				L-Mg	L-M	AF-W	AM-P	AG-G			CB	PEQUEÑA	MEDIANA						
12	324 mm 300 mm	0-10												0-18 m. Arcillas rojas algo limosas, con pasadas de calcarenitas amarillentas con textura equivalente <i>packstone</i> de extraclastos (cuarzo). La matriz es carbonatada. Estas pasadas son más frecuentes hacia abajo. A partir del metro 6 aparecen areniscas blanco rojizas de grano fino a grueso e incluso microconglomeráticas. Estas areniscas en la parte basal son calcarenitas bioclásticas con muchos extraclastos.				Daniense	
15	220 mm 180 mm	10-30												18-39 m. Calizas y dolomías de colores diversos (gris, anaranjados, negruzcos) con ocasionales calcarenitas rojizas a techo y areniscas del mismo tono. Las areniscas son de grano fino con granos de cuarzo poco redondeados. Las calcarenitas presentan una textura equivalente de <i>packstone</i> con granos de cuarzo. Las dolomías son de grano fino a medio, conservando de manera ocasional fantasmas de foraminíferos. Las calizas son <i>wackestone</i> bioclástico.					
12		30-50												39-55 m. Areniscas ocre y grises de grano fino, con ocasionales bioclastos. Los granos son una mezcla de cuarzo y líticos carbonatados. La matriz es de naturaleza micrítica. Hacia la base del tramo son más frecuentes las areniscas de grano medio.				Fm. Tremp (Facies Garum)	
		50-60												55-75 m. Arenas, areniscas y margas de colores grises. Las arenas y areniscas presentan grano medio. Ocasionalmente presentan algún fragmento de bioclasto. Las margas aparecen como pequeñas intercalaciones y son bastante limosas.					
15		60-80												75-100 m. Margas ocre con areniscas ocre de grano fino a medio y grises de grano fino. Las areniscas son de naturaleza carbonatada y en numerosas ocasiones gradan a calcarenitas. Se detecta un pequeño aporte en torno al metro 96.					
		80-100												100-110 m. Areniscas calcáreas y calcarenitas. El grano va desde fino a medio. La textura equivalente de las calcarenitas es <i>packstone</i> extraclástico. Ocasionalmente bioclastos y foraminíferos aporcelanados.					
		100-110												110-131 m. Areniscas grises con intercalaciones margosas. Las areniscas son de grano fino a medio. La textura equivalente de las calcarenitas es <i>packstone</i> extraclástico. Escasos bioclastos y foraminíferos.					
		110-130												131-190 m. Areniscas ocre de grano fino a medio, con puntuales pasadas de areniscas de grano grueso a microconglomeráticas alterando con calcarenitas peloidales y bioclásticas. De manera puntual se observa alguna pasada de caliza pura, con miliólidos y otros bioclastos. La textura de estas es <i>grainstone/packstone</i> . En las areniscas es habitual encontrar fragmentos de bioclastos. Aporte poco abundante de agua en el metro 157.					
15		130-160												190-210 m. Arcillas arenosas rojizas con areniscas de grano fino a grueso y calcarenitas. Las calcarenitas presentan textura equivalente <i>packstone</i> y contienen abundantes bioclastos, entre los que destacan los <i>Orbitoides</i> .				Fm. Arenisca de Arén	
12		160-210												210-230 m. Microconglomerados con areniscas y calcarenitas ocre. En las facies más groseras aparecen frecuentes granos bioclásticos y fragmentos de <i>Orbitoides</i> . Muy subordinado a estas facies groseras aparecen las areniscas, que son de grano fino y las calcarenitas, de textura equivalente <i>wackestone</i> . Se detectan fracturas con aporte a los 216 m, a los 222 m, 224-226 m y 227-228 m.				Fm. Arenisca de Arén	
15		210-230												230-245 m. Calizas grises con pasadas de areniscas y calcarenitas. Las calizas presentan texturas <i>grainstone/packstone</i> con fragmentos muy rotos de bioclastos, así como <i>grainstone</i> de peloides/intraclastos. Hacia la parte basal del tramo aumentan las areniscas. Las areniscas son de grano fino a medio.					
12		230-245												245-280 m. Areniscas y calcarenitas marrones. Las areniscas son en general de grano medio, si bien hay términos de grano fino y grueso. Algunas de estas areniscas presentan fragmentos de bioclastos rotos. Las calcarenitas presentan una textura equivalente de <i>packstone</i> con extraclastos y restos de bioclastos muy fracturados. Hacia la base del tramo aparecen areniscas de grano grueso más abundantes e incluso microconglomeráticas. Puntualmente entre las calcarenitas aparecen algunas calizas <i>grainstone</i> bien clasificado y mal redondeado de bioclastos y peloides.					
12		245-280																	
15		280-310																Campaniense	



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 3

# GEOFÍSICA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE ESTADO DE AGUAS Y COSTAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE  
SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS  
DE LA CUENCA DEL EBRO (2ª fase)

---

## TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

---

Sondeo: **SANT ESTEVE DE LA SARGA**

**CGS** **COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**

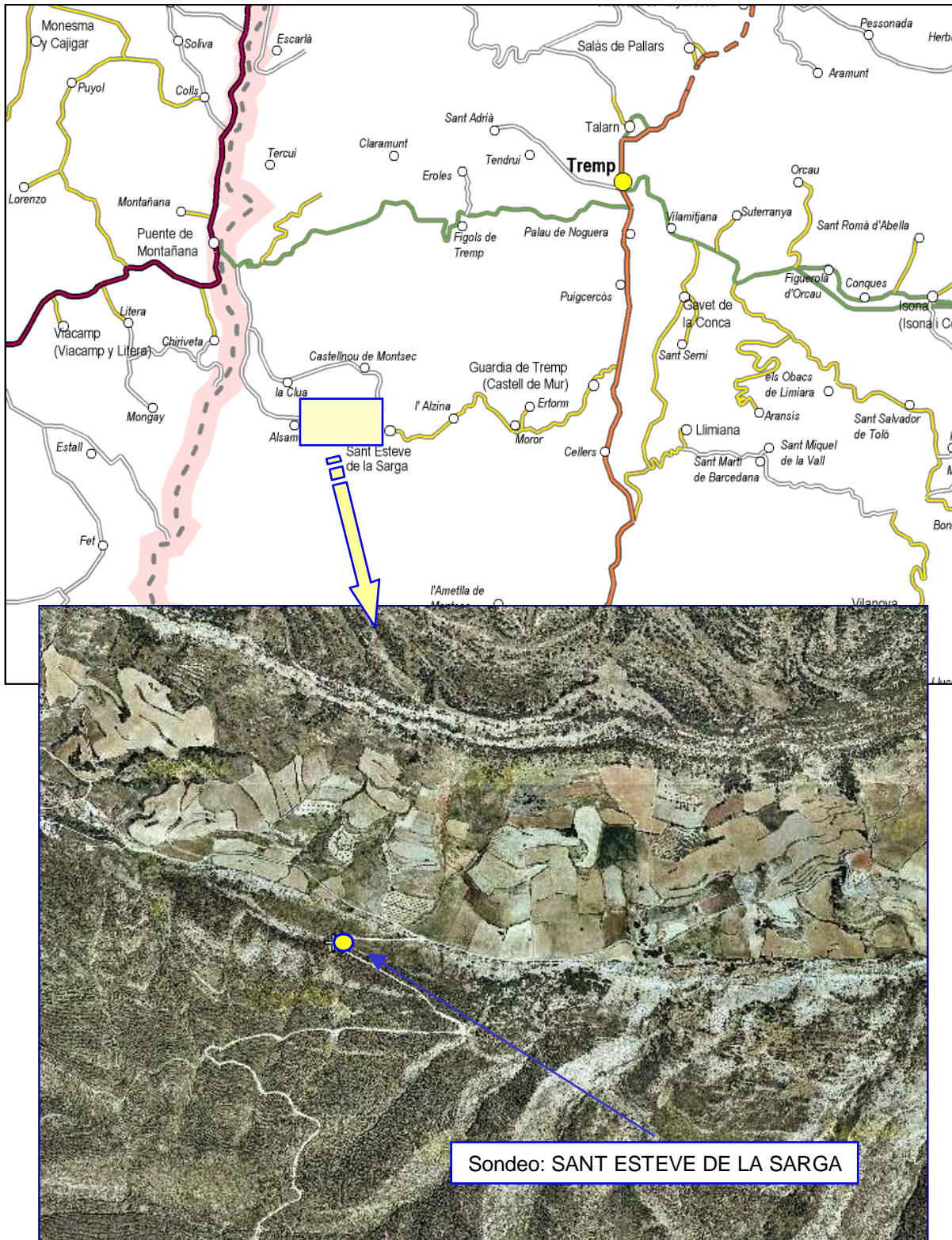
Avda. de Bruselas, 7  
Parque Empresarial Arroyo de la Vega  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296  
E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)

FEBRERO DE 2007



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO “**SANT ESTEVE DE LA SARGA**” EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SANT ESTEVE DE LA SARGA  
(LÉRIDA)

FEBRERO DE 2007



*Situación geográfica del sondeo: **SANT ESTEVE DE LA SARGA***

**DATOS DEL SONDEO: SANT ESTEVE DE LA SARGA**

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0313183
	Y	4661123
	Z	954
PROVINCIA:	LÉRIDA	
MUNICIPIO:	SANT ESTEVE	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	231 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	231 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 12 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	224 m.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0.65343	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	24-02-2007	

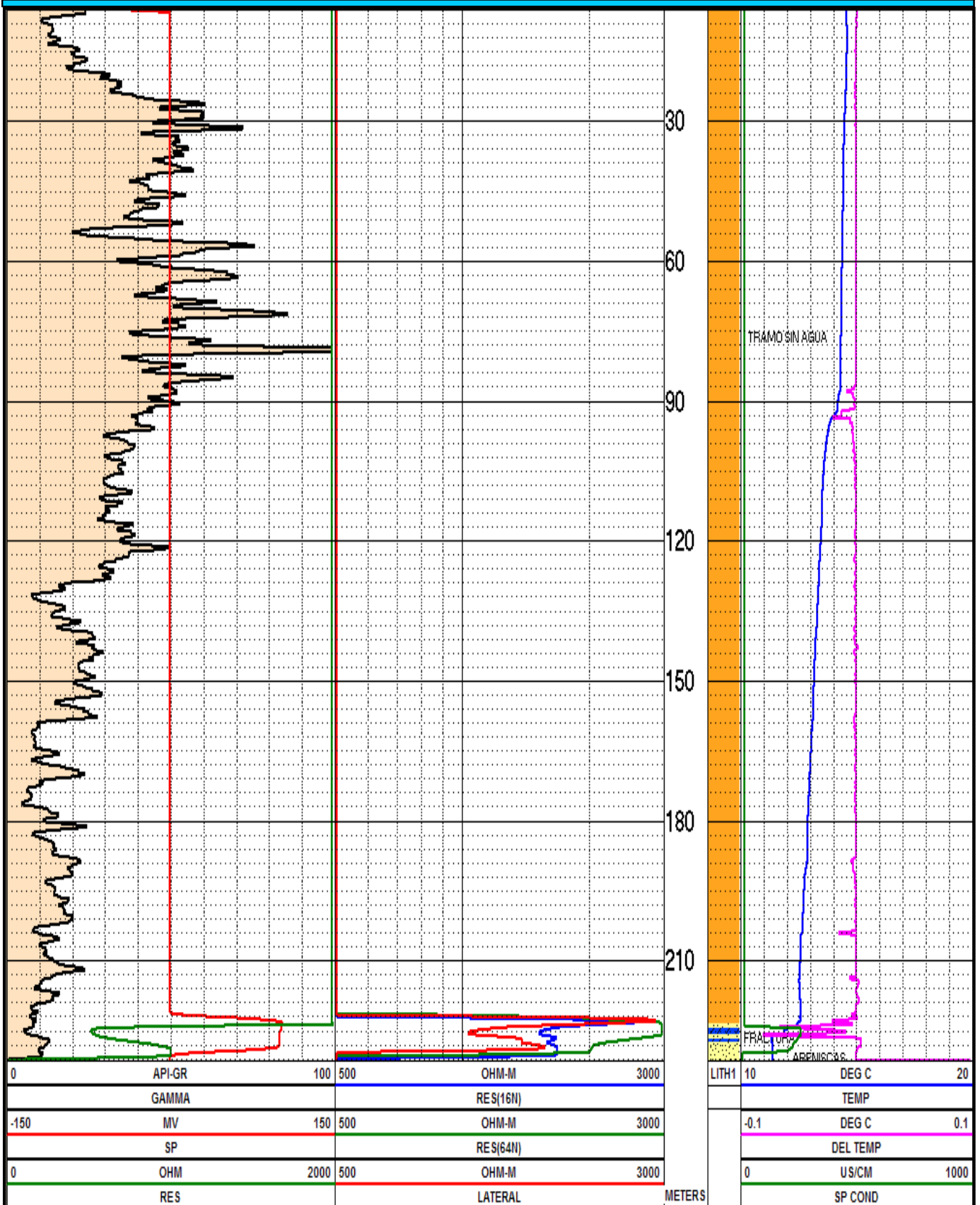


**DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA**

Fecha: 24-02-2007

Registrado por: J. Luengo

Equipo: CENTURY SYSTEM VI

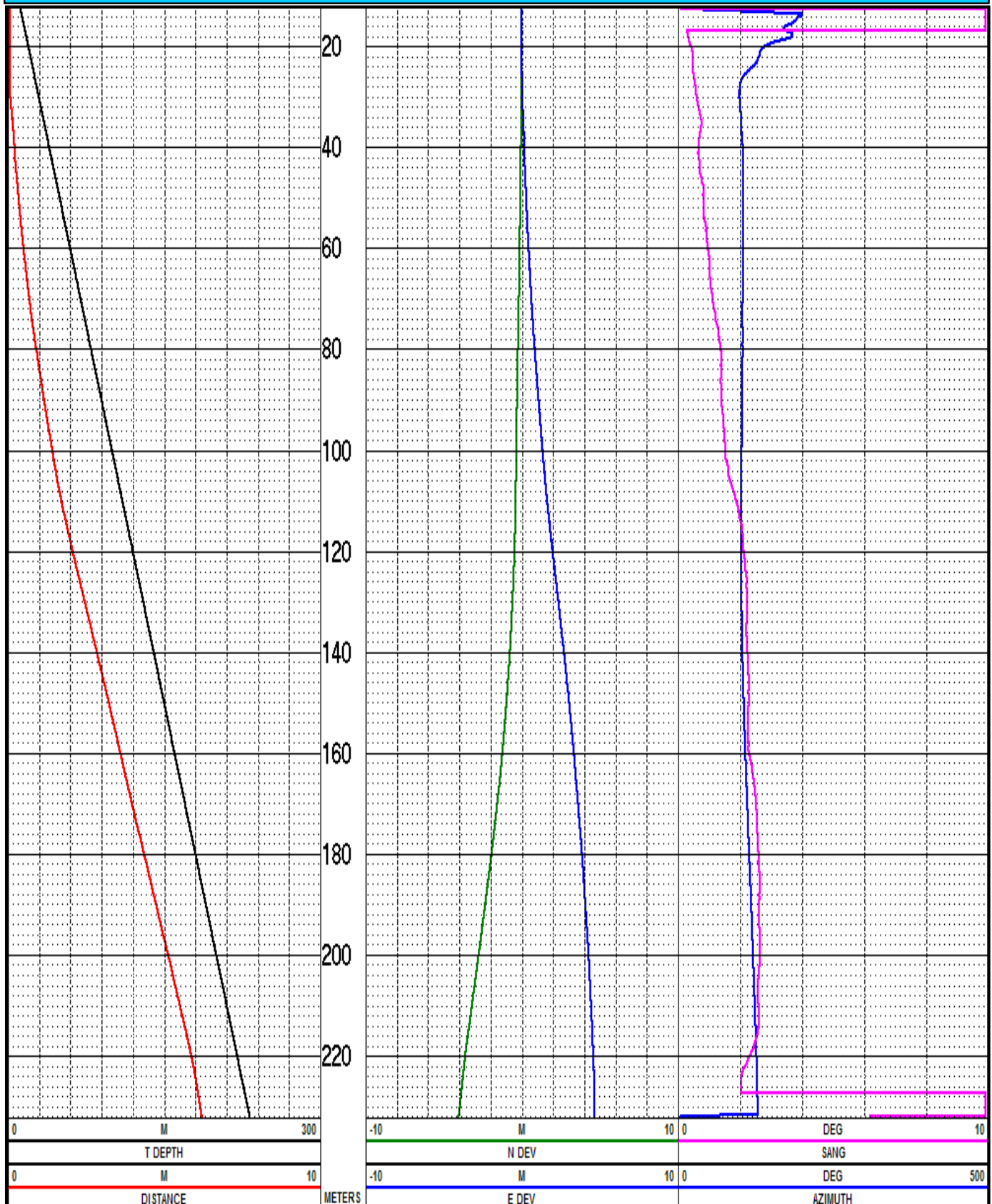


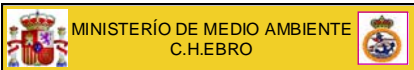
**DIAGRAFÍA DE DESVIACIÓN**

Fecha: 24-02-2007

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**





MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
C.H.EBRO

Sondeo: **SANT ESTEVE DE LA SARGA**



**GRÁFICA DE DESVIACIÓN**

Fecha: 24-02-2007

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**

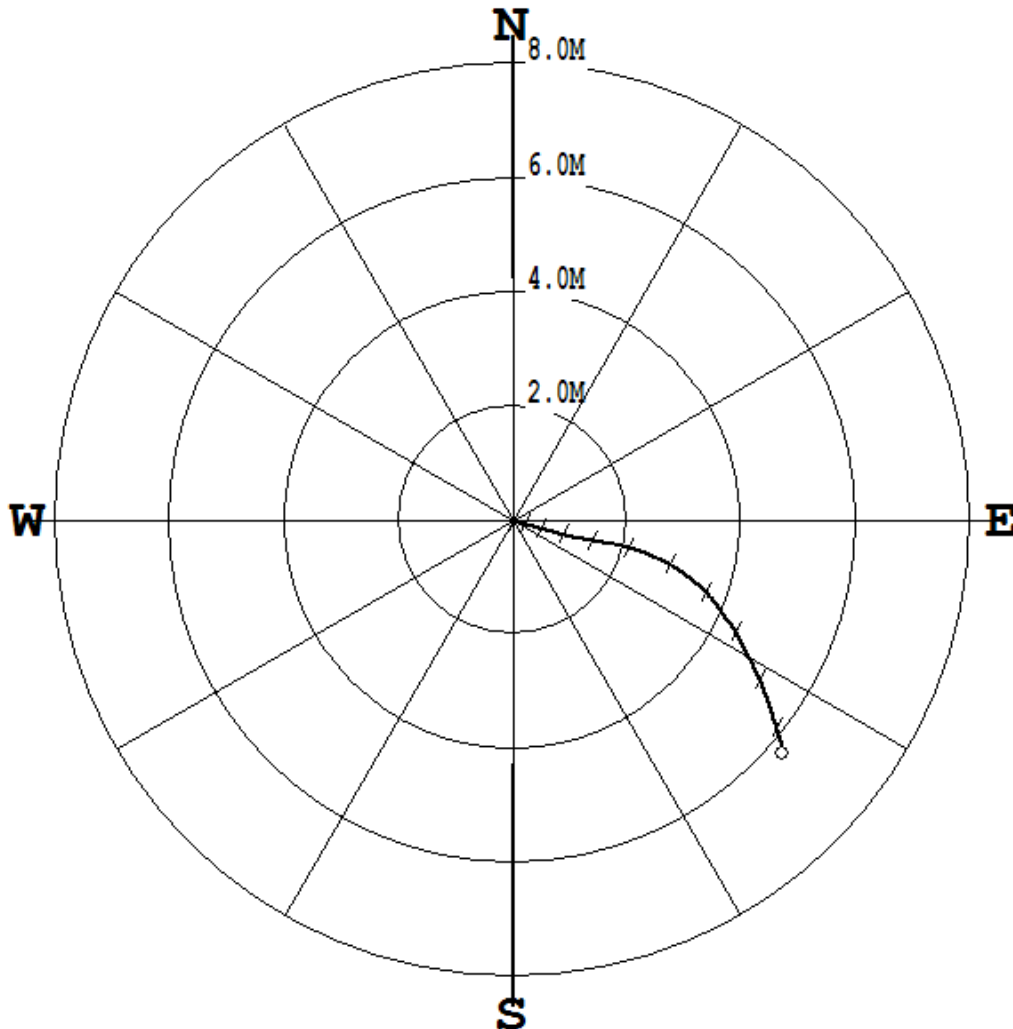
Print

# PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS  
LOCATION:  
HOLE ID: SANT ESTEVE DE LA SARGA  
DATE OF LOG: 02/24/07  
PROBE: 9055A 249

MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM  
TRUE DEPTH: 232.17 M  
AZIMUTH: 130.8  
DISTANCE: 6.2 M  
+ = 20 M INCR  
○ = BOTTOM OF HOLE



**LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN DEL SONDEO: SANT ESTEVE DE LA SARGA**

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
2	0.00	0.00	0.00	0.00	200
4	0.00	0.00	0.00	0.00	250
6	0.00	0.05	0.00	0.00	300
8	0.00	0.09	-0.01	0.00	325
10	0.00	0.03	-0.01	0.00	357
12	0.00	0.02	-0.01	0.00	300
14	0.01	0.30	-0.01	0.00	199
16	0.01	0.18	-0.01	0.00	176
18	0.01	0.40	-0.01	0.00	178
20	0.02	0.57	-0.01	0.01	140
22	0.03	0.75	-0.02	0.02	132
24	0.05	0.70	-0.03	0.05	120
26	0.07	0.54	-0.02	0.07	106
28	0.08	0.33	-0.02	0.08	101
30	0.09	0.56	-0.02	0.09	101
32	0.12	0.88	-0.02	0.12	102
34	0.15	0.91	-0.04	0.15	104
36	0.18	0.85	-0.04	0.18	104
38	0.21	0.66	-0.05	0.20	105
40	0.23	0.61	-0.06	0.22	106
42	0.25	0.59	-0.07	0.24	106
44	0.27	0.79	-0.08	0.26	107
46	0.30	0.83	-0.09	0.29	107
48	0.33	0.95	-0.10	0.32	107
50	0.36	0.80	-0.10	0.34	107
52	0.39	0.96	-0.11	0.37	107
54	0.42	0.78	-0.12	0.40	107
56	0.45	0.85	-0.13	0.43	107
58	0.48	1.04	-0.14	0.46	107
60	0.52	1.11	-0.15	0.50	106
62	0.55	0.99	-0.15	0.53	106
64	0.59	1.04	-0.16	0.56	106
66	0.63	1.10	-0.18	0.60	106
68	0.66	1.09	-0.18	0.64	106
70	0.70	1.20	-0.19	0.67	106
72	0.74	1.09	-0.20	0.71	106
74	0.78	1.33	-0.21	0.75	106
76	0.83	1.32	-0.23	0.80	106
78	0.88	1.29	-0.24	0.84	106
80	0.93	1.63	-0.26	0.89	106
82	0.97	1.26	-0.27	0.94	106
84	1.02	1.59	-0.28	0.99	106
86	1.08	1.38	-0.29	1.04	106
88	1.12	1.41	-0.30	1.08	106
90	1.17	1.41	-0.31	1.13	105

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
92	1.22	1.47	-0.32	1.18	105
94	1.27	1.52	-0.33	1.23	105
96	1.33	1.55	-0.34	1.28	105
98	1.38	1.50	-0.35	1.34	105
100	1.43	1.58	-0.35	1.39	104
102	1.49	1.50	-0.36	1.44	104
104	1.54	1.75	-0.37	1.50	104
106	1.60	1.61	-0.38	1.55	104
108	1.66	1.86	-0.40	1.61	104
110	1.72	1.90	-0.41	1.67	104
112	1.79	2.03	-0.42	1.74	103
114	1.87	2.12	-0.43	1.82	103
116	1.94	2.07	-0.44	1.89	103
118	2.01	2.18	-0.46	1.96	103
120	2.09	2.12	-0.48	2.03	103
122	2.16	2.16	-0.50	2.10	103
124	2.24	2.25	-0.52	2.18	103
126	2.32	2.27	-0.55	2.25	104
128	2.39	2.27	-0.57	2.32	104
130	2.47	2.30	-0.61	2.40	104
132	2.55	2.18	-0.64	2.47	104
134	2.62	2.24	-0.67	2.54	105
136	2.70	2.27	-0.70	2.61	105
138	2.78	2.26	-0.74	2.68	105
140	2.86	2.21	-0.77	2.75	106
142	2.93	2.35	-0.81	2.82	106
144	3.01	2.28	-0.85	2.89	106
146	3.09	2.32	-0.90	2.95	107
148	3.17	2.36	-0.94	3.02	107
150	3.24	2.31	-0.99	3.08	108
152	3.31	2.26	-1.04	3.15	108
154	3.39	2.33	-1.09	3.21	109
156	3.46	2.27	-1.14	3.27	109
158	3.54	2.29	-1.20	3.33	110
160	3.61	2.25	-1.25	3.38	110
162	3.68	2.45	-1.31	3.44	111
164	3.75	2.32	-1.37	3.49	111
166	3.83	2.66	-1.44	3.55	112
168	3.91	2.52	-1.51	3.60	113
170	3.98	2.51	-1.59	3.65	113
172	4.05	2.53	-1.66	3.70	114
174	4.13	2.59	-1.73	3.75	115
176	4.21	2.68	-1.80	3.81	115
178	4.29	2.54	-1.87	3.86	116
180	4.37	2.64	-1.95	3.90	117
182	4.44	2.60	-2.03	3.95	117
184	4.52	2.70	-2.11	3.99	118

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
186	4.59	2.67	-2.20	4.03	119
188	4.67	2.72	-2.28	4.08	119
190	4.75	2.69	-2.36	4.12	120
192	4.83	2.82	-2.44	4.16	120
194	4.90	2.66	-2.52	4.20	121
196	4.97	2.71	-2.61	4.24	122
198	5.06	2.66	-2.69	4.28	122
200	5.13	2.79	-2.78	4.32	123
202	5.21	2.62	-2.86	4.36	123
204	5.29	2.58	-2.94	4.39	124
206	5.36	2.65	-3.03	4.42	124
208	5.43	2.56	-3.11	4.45	124
210	5.51	2.57	-3.20	4.48	125
212	5.58	2.64	-3.28	4.51	125
214	5.66	2.73	-3.37	4.54	126
216	5.73	2.68	-3.46	4.57	127
218	5.81	2.59	-3.55	4.59	127
220	5.87	2.19	-3.63	4.62	128
222	5.94	2.19	-3.70	4.64	128
224	5.99	1.96	-3.76	4.66	129
226	6.05	2.08	-3.83	4.69	129
228	6.10	2.16	-3.90	4.69	130
230	6.15	2.20	-3.97	4.70	130

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### **LITOLOGÍA**

El sondeo se ha perforado en una formación de areniscas.

### **NIVEL FREÁTICO**

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 224 metros.

### **APORTES DE AGUA**

De la respuesta obtenida con la sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se

han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables y confeccionado la siguiente tabla.

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	OBSERVACIONES
Tramo de 224,5 m. a 226 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 227 m. a 227,5 m.	0,5 m.	Zona de fractura

### DESVIACIÓN

De la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación) que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- ❑ La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical, a los 230 metros de profundidad, ha sido de 6,15 metros.
- ❑ El Acimut mantiene una media aproximada durante todo el sondeo de 110°.
- ❑ El sondeo comienza a desviarse desde el principio llegando a alcanzar su máxima inclinación a los 184 metros con 2,7°.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
Alcobendas, 24 de febrero de 2007

# ANEJO 4

## INFORME DE ENTUBACIÓN



## Informe de entubación

Realizado el diseño de la entubación a partir de los datos geofísicos, de la columna levantada durante la perforación del sondeo y una vez consultada la dirección de obra, se realiza la operación de entubado entre las 15:00 del 25/02/07 y las 10:00 del 27/02/07 cuyo resultado se recoge en las siguientes tablas:

### Entubación sondeo Sant Esteve de la Sarga

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-12	300	5	Acero	Ciega
0-220	180	4	Acero	Ciega
220-232	180	4	Acero	Filtro puente
232-244	180	4	Acero	Ciega
244-250	180	4	Acero	Filtro puente
250-256	180	4	Acero	Ciega
256-262	180	4	Acero	Filtro puente
262-268	180	4	Acero	Ciega
268-272,5	180	4	Acero	Filtro puente
272,5-278,5	180	4	Acero	Ciega

Modelo Tubería: chapa acero al carbono S 235 JR (ST37.2)

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

### RESUMEN UNIDADES (m)

Diámetro 300 mm tubería ciega	12
Diámetro 180 mm tubería ciega	250
Diámetro 180 mm tubería filtro puentecillo	28,5

### INCIDENCIAS

El entubado concluye a las 10:00 del 27/02/07 con los 278,5 m de tubería colocados, quedando ésta 1 metro colgada del fondo.



Detalle: tubería ciega con orejetas abiertas



**Elevando un tramo de tubería ciega**



**Elevando un tramo de tubería de filtro**

Fdo: Luis Almansa Calzado

# ANEJO 4B

## VIDEORREGISTRO Y ENTUBACIÓN EN PVC

## **ANEJO: REGISTRO VIDEOGRÁFICO Y ENTUBACIÓN EN PVC**

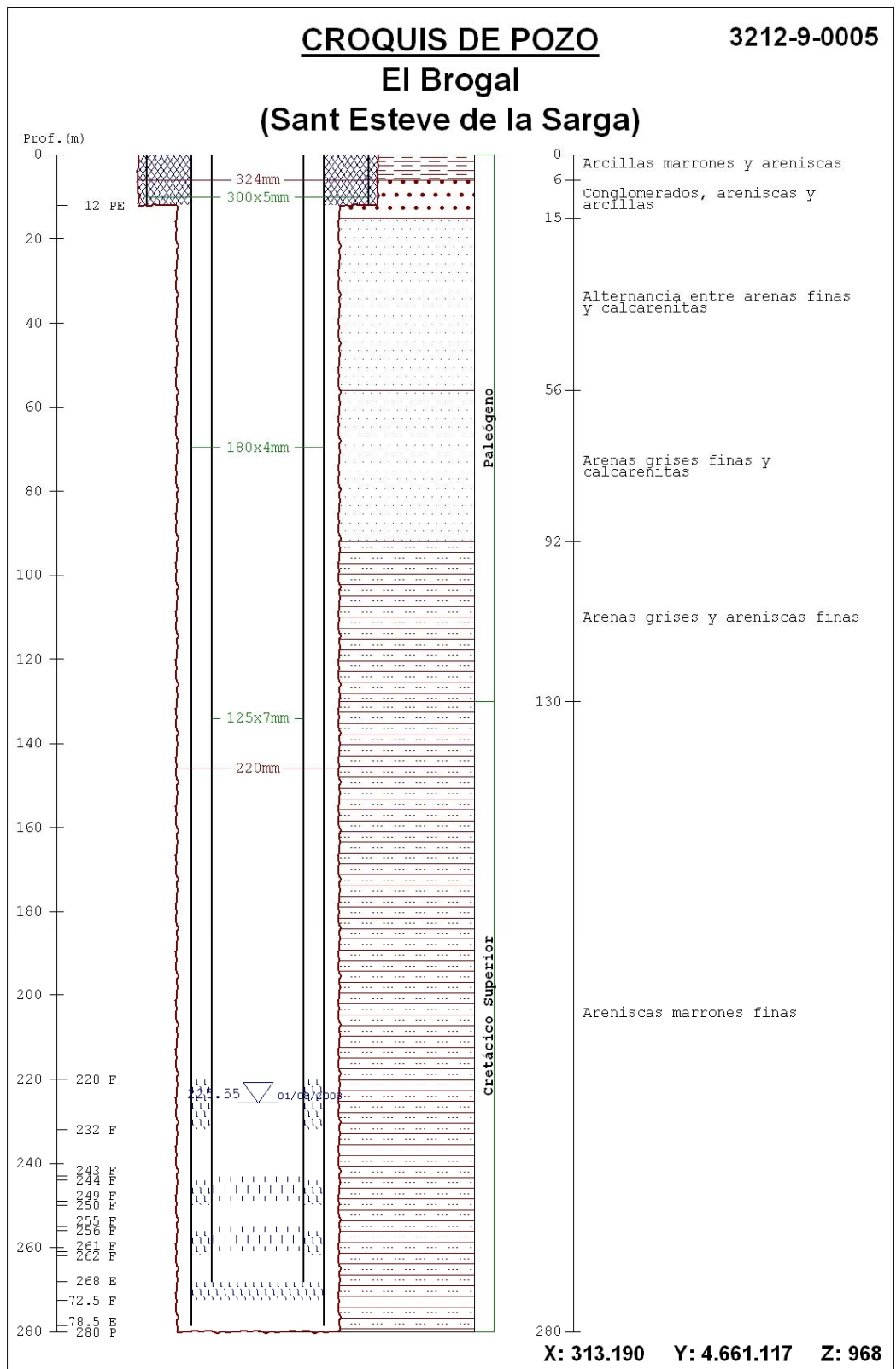
Debido a los problemas para medir el nivel en el piezómetro construido, se decide realizar un registro videográfico del interior de la perforación, observándose entradas de agua debido a la mala soldadura de las orejetas a las siguientes profundidades:

80 m y 89.4 m

Decidiéndose para subsanar estos puntos de entrada de agua, entubar en PVC a 125 mm de diámetro interior (136 mm de diámetro exterior):

<b>REVESTIMIENTO</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Espesor pared (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-243	125	7,2	PVC	Ciega
243-249	125	7,2	PVC	Filtro
249-255	125	7,2	PVC	Ciega
255-261	125	7,2	PVC	Filtro
261-268	125	7,2	PVC	Ciega

Croquis del sondeo con las entubaciones finales en acero y en PVC:



### Informe de la entubación en PVC en el sondeo de Sant Esteve de la Sarga

A las 8:00 h del 01/08/08, comenzó la entubación con el siguiente diseño:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-243	125	7,2	PVC	Ciega
243-249	125	7,2	PVC	Filtro
249-255	125	7,2	PVC	Ciega
255-261	125	7,2	PVC	Filtro
261-268	125	7,2	PVC	Ciega

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 125 mm tubería ciega	256
Diámetro 125 mm tubería de filtro	12



**Elevando un tramo de tubería**



**Elevando un tramo de tubería**





**Enroscando un tramo de tubería**



**Vista final**



Vista final

Por último se midió nivel con sonda manual: 225,55 m.

#### INCIDENCIAS

El entubado concluyó a las 11:00 del 01/08/08 con 268 m de tubería colocados, quedando ésta colgada del exterior mediante una abrazadera de acero.

Fdo: Luis Almansa Calzado

# ANEJO 5

## ENSAYO DE BOMBEO

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E          INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA          CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)          ENSAYO DE BOMBEO</b>		
<b>FECHA:</b> 24-25/09/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Sant Esteve de la Sarga	<b>PROFUNDIDAD:</b> 280 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 52 min	<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 19 h y 58 min total (con el equipo de impulsión introducido: 13 h 38 min tras el primer bombeo y 5 h 20 min tras el segundo bombeo) (con el equipo de impulsión fuera: 1 h)	

**Ensayo de bombeo del sondeo de "El Brogal" en Sant Esteve de la Sarga (3212-8-0025)**

El 21 de Septiembre de 2007, se emplaza la maquinaria en el sondeo efectuado en el término municipal de Sant Esteve de la Sarga.

El ensayo de bombeo comienza el 24 de septiembre de 2007 a las 19:50 h. Lo realiza la empresa Boins, S.L. de Hellín (Albacete), con un equipo formado por grupo Fiat Alfo 250 KVA y 400 CV de potencia, alternador Mecc Alte, tubería de impulsión de 70 mm de diámetro interior y bomba de aspiración marca Grundfos, modelo SP-45-31 de 50 CV de potencia con 31 rodetes de impulsión.

El nivel estático inicial medido con la sonda de impulsión dentro, estaba a 221,00 m y la profundidad de la bomba de aspiración 264 m.

El agua bombeada es extraída a la cuneta del camino.

Se realizaron dos escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	37	0,3	37
<b>Escalón 2</b>	15	0,3	30

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 0,3 l/s, que es el mínimo caudal que puede extraer la bomba de aspiración.

Este caudal, se mantuvo durante 37 minutos con un descenso acumulado de 37 m (durante los 2 últimos minutos de bombeo, el caudal presentó fluctuaciones), llegando a la rejilla y comenzando a medirse recuperación.

El agua en ningún momento de este primer bombeo llegó a salir clara (turbia color marrón).

Tras 13 h 38 min midiendo recuperación, con el nivel a 222,27 m (1,27 más profundo que el nivel previo al ensayo) se consulta a D. Antonio Azcón (IGME Zaragoza) y a la dirección de obra, decidiéndose realizar un nuevo bombeo a 0,3 l/s , pero ésta vez, deteniendo el bombeo antes de que comienza a fluctuar el caudal. Posteriormente, se realizará una medida de recuperación con el equipo de impulsión introducido de unas 4-5 horas.

Así, a las 10:05 h, se comienza a bombear de nuevo con 0,3 l/s durante 15 minutos, produciéndose un descenso de 29,73 m, es decir, el nivel queda en 251 m de profundidad.

En estos 15 minutos, el agua comienza saliendo clara, pero a los 5 minutos se enturbia (color marrón).

Se mide conductividad, pH y T<sup>a</sup> a lo largo del ensayo, obteniéndose los siguientes resultados:

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (µS/cm)	T <sup>a</sup> (°C)
0,3	5	7,28	501	12,5
0,3	858	7,77	393	11,7
0,3	870	7,45	446	11,8

A las 10:20 h, comienza a medirse recuperación desde 251 m de profundidad.

Hasta las 15:40 h del 25 de septiembre, el nivel pasa a 222,19 m.

Una vez extraída la bomba de impulsión (18:15 h del 25 de septiembre), se mide el nivel con sonda manual, situándose éste en 222,12 m.

A las 19:15 h, se realiza una nueva medición con la sonda manual: 222,09 m.



**Vista del emplazamiento**



**Elevando un tramo de tubería para ser introducida**



**Primer bombeo a 0,3 l/s**



**Segundo bombeo a 0,3 l/s**

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Sant Esteve de la Sarga  
 N° Registro IPA 3212-8-0025  
 Profundidad Sondeo 280 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 313190  
 Y 4661117  
 Z 968

Fecha Ensayo 24-25 de septiembre de 2007  
 Nivel estático inicial 221,00

Profund. Aspiración 264 m  
 Bomba Grundfos modelo SP-45-31  
 Grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV

Alternador MECC ALTE

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia m  
 Dirección (norte) °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	0,3	37	37	37,00	37,00
2	0,3	52	15	28,73	30,00

**Síntesis litológica**

De 0 a 6 m, arcillas marrones y areniscas.  
 De 6 a 15 m, conglomerado con cantos redondeados de caliza negra, arenisca de grano grueso marrón-blancuecino y arcillas marrones.  
 De 15 a 19 m, arenisca de grano grueso blancuecina-rosácea.  
 De 19 a 24 m, calcarenita recristalizada de grano fino gris-oscuro.  
 De 24 a 29 m, en proporciones similares: arenas finas grises, calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.  
 De 29 a 31 m, principalmente: arenas finas grises y en menor proporción calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.  
 De 31 a 39 m, en proporciones similares: arenas finas grises, calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.  
 De 39 a 42 m, arenas finas amarillentas y algo de calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura y marrón rosácea.  
 De 42 a 44 m, arenas grises de grano fino.  
 De 44 a 48 m, arenas grises de grano fino con algo de calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura.  
 De 48 a 51 m, arenas amarillas de grano fino.  
 De 51 a 54 m, arenas grises de grano fino.  
 De 54 a 58 m, arenas gris claro de grano fino y calcarenita de grano fino marrón rosácea.  
 De 58 a 73 m, arenas grises de grano fino.  
 De 73 a 85 m, arenas grises y amarillas de grano fino.  
 De 85 a 93 m, arenas grises de grano fino y calcarenita recristalizada de grano fino gris oscura.  
 De 93 a 130 m, arenas grises de grano fino y arenisca de grano fino gris oscura.  
 De 131 a 170 m, arenisca marrón-naranja de grano fino.  
 De 170 a 185 m, arenisca marrón-naranja de grano medio.  
 De 185 a 231 m, arenisca marrón-naranja de grano fino.  
 De 231 a 280 m, arenisca marrón claro de grano fino.

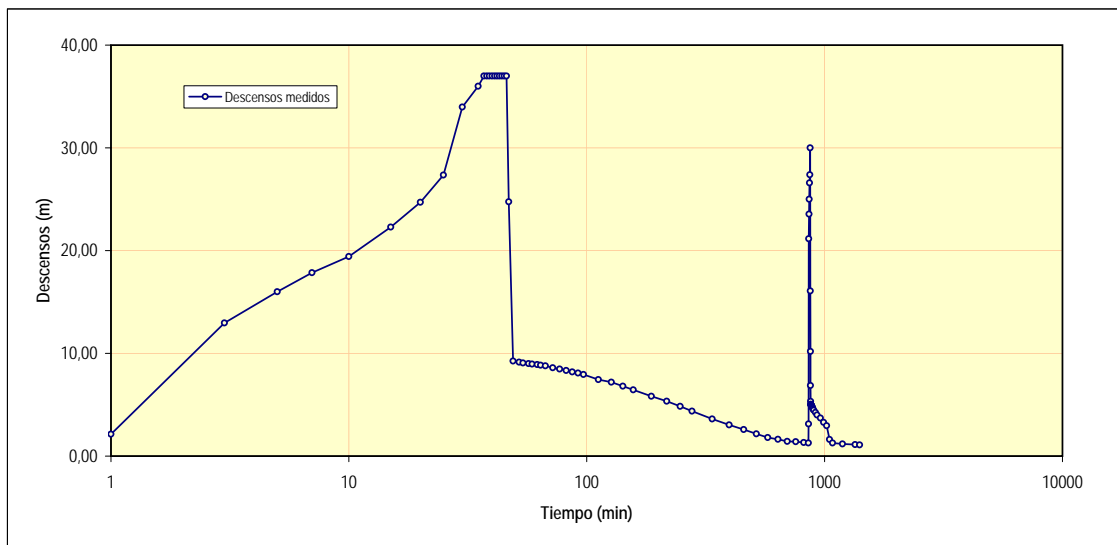
**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-12 m	f 324 mm	0-12 m	f 300 mm	220-232 m	4 mm
12-280 m	f 220 mm	0-278,5 m	f 180 mm	244-250 m	4 mm
				256-262 m	4 mm
				268-272,5 m	4 mm

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
				Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
24-sep-07	19:50	0	0	221,00					
24-sep-07	19:51	1	1	223,14	2,14			0,3	Aún no sale agua a superficie
24-sep-07	19:53	3	3	233,96	12,96			0,3	Agua turbia (marrón)
24-sep-07	19:55	5	5	237,00	16,00			0,3	pH: 7,28 T°: 12,5°C, Cond: 501 µS/cm
24-sep-07	19:57	7	7	238,85	17,85			0,3	
24-sep-07	20:00	10	10	240,43	19,43			0,3	
24-sep-07	20:05	15	15	243,29	22,29			0,3	
24-sep-07	20:10	20	20	245,71	24,71			0,3	
24-sep-07	20:15	25	25	248,35	27,35			0,3	
24-sep-07	20:20	30	30	254,97	33,97			0,3	Agua turbia (marrón)
24-sep-07	20:25	35	35	257,00	36,00			0,3	Caudal no constante, varía.
24-sep-07	20:27	37	37	258,00	37,00			0,3	Rejilla
24-sep-07	20:28	1	38	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:29	2	39	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:30	3	40	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:31	4	41	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:32	5	42	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:33	6	43	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:34	7	44	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:35	8	45	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:36	9	46	258,00	37,00			0	Rejilla
24-sep-07	20:37	10	47	245,75	24,75			0	
24-sep-07	20:39	12	49	230,25	9,25			0	
24-sep-07	20:42	15	52	230,14	9,14			0	
24-sep-07	20:44	17	54	230,07	9,07			0	
24-sep-07	20:47	20	57	230,00	9,00			0	
24-sep-07	20:49	22	59	229,96	8,96			0	
24-sep-07	20:52	25	62	229,91	8,91			0	
24-sep-07	20:54	27	64	229,85	8,85			0	
24-sep-07	20:57	30	67	229,78	8,78			0	
24-sep-07	21:02	35	72	229,60	8,60			0	
24-sep-07	21:07	40	77	229,47	8,47			0	
24-sep-07	21:12	45	82	229,34	8,34			0	



24-sep-07	21:17	50	87	229,19	8,19	0	
24-sep-07	21:22	55	92	229,08	8,08	0	
24-sep-07	21:27	60	97	228,94	7,94	0	
24-sep-07	21:42	75	112	228,44	7,44	0	
24-sep-07	21:57	90	127	228,19	7,19	0	
24-sep-07	22:12	105	142	227,81	6,81	0	
24-sep-07	22:27	120	157	227,45	6,45	0	
24-sep-07	22:57	150	187	226,82	5,82	0	
24-sep-07	23:27	180	217	226,34	5,34	0	
24-sep-07	23:57	210	247	225,84	4,84	0	
25-sep-07	0:27	240	277	225,38	4,38	0	
25-sep-07	1:27	300	337	224,61	3,61	0	
25-sep-07	2:27	360	397	224,04	3,04	0	
25-sep-07	3:27	420	457	223,59	2,59	0	
25-sep-07	4:27	480	517	223,17	2,17	0	
25-sep-07	5:27	540	577	222,81	1,81	0	
25-sep-07	6:27	600	637	222,63	1,63	0	
25-sep-07	7:27	660	697	222,44	1,44	0	
25-sep-07	8:27	720	757	222,40	1,40	0	
25-sep-07	9:27	780	817	222,32	1,32	0	
25-sep-07	10:05	818	855	222,27	1,27	0	
25-sep-07	10:06	1	856	224,13	3,13	0,3	Aún no sale agua a superficie
25-sep-07	10:08	3	858	242,15	21,15	0,3	pH: 7,77 T°: 11,7°C Cond: 393 µS/cm
25-sep-07	10:10	5	860	244,55	23,55	0,3	Agua algo amarillenta
25-sep-07	10:12	7	862	246,00	25,00	0,3	Agua turbia (marrón)
25-sep-07	10:15	10	865	247,59	26,59	0,3	
25-sep-07	10:17	12	867	248,39	27,39	0,3	
25-sep-07	10:20	15	870	251,00	30,00	0,3	pH: 7,45 T° 11,8°C Cond: 446 µS/cm
25-sep-07	10:21	1	871	237,08	16,08	0	Recuperación
25-sep-07	10:22	2	872	231,18	10,18	0	
25-sep-07	10:23	3	873	227,87	6,87	0	
25-sep-07	10:24	4	874	226,32	5,32	0	
25-sep-07	10:25	5	875	226,05	5,05	0	
25-sep-07	10:26	6	876	226,01	5,01	0	
25-sep-07	10:27	7	877	226,00	5,00	0	
25-sep-07	10:28	8	878	225,98	4,98	0	
25-sep-07	10:29	9	879	225,93	4,93	0	
25-sep-07	10:30	10	880	225,89	4,89	0	
25-sep-07	10:32	12	882	225,87	4,87	0	
25-sep-07	10:35	15	885	225,81	4,81	0	
25-sep-07	10:37	17	887	225,78	4,78	0	
25-sep-07	10:40	20	890	225,69	4,69	0	
25-sep-07	10:45	25	895	225,58	4,58	0	
25-sep-07	10:50	30	900	225,47	4,47	0	
25-sep-07	11:05	45	915	225,25	4,25	0	
25-sep-07	11:20	60	930	225,01	4,01	0	
25-sep-07	11:50	90	960	224,70	3,70	0	
25-sep-07	12:20	120	990	224,29	3,29	0	
25-sep-07	12:50	150	1020	223,96	2,96	0	
25-sep-07	13:20	180	1050	222,62	1,62	0	
25-sep-07	13:50	210	1080	222,28	1,28	0	
25-sep-07	15:40	320	1190	222,19	1,19	0	
25-sep-07	18:15	475	1345	222,12	1,12	0	Medidas con sonda manual tras extraer el equipo de imp
25-sep-07	19:15	535	1405	222,09	1,09	0	



# ANEJO 6

## ANÁLISIS QUÍMICOS



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00008409**

Solicitado por:	COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS ()	
Denominación de la muestra:	SANT ESTEVE DE LA SARGA 3212-8-0025	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 00008088

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 24/09/2007

Fecha recepción: 17/10/2007

Inicio análisis: 17/10/2007

Fin análisis: 22/10/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	7,10 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	291,40 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	77,30 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	5,78 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	412 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,14 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-POSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	< 2 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,42 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,04 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	4,65 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	7,588 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación.

Los ensayos marcados en este informe (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

29 de octubre de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
Lcda. en Ciencias Químicas  
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	5,78	0,16	3,20
SULFATOS	7,59	0,16	3,10
BICARBONATOS	291,40	4,78	93,70
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	4,65	0,20	4,81
MAGNESIO	1,46	0,12	2,86
CALCIO	77,30	3,86	91,70
POTASIO	1,04	0,03	0,63

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	396,57 mg/l
CO2 libre	17,63 mg/l
Dureza total	19,90 °Francés
Dureza total	199,03 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	238,99 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	238,99 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,07
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,06
$rNa/rK$	7,60
$rNa/rCa$	0,05
$rCa/rMg$	32,11
$rCl/rHCO_3$	0,03
$rSO_4/rCl$	0,97
$rMg/rCa$	0,03
i.c.b.	-0,40
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 8088



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000008424**

Solicitado por:

**EPTISA SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.**  
**ARAPILES, 14 28015 MADRID ()**

Denominación de la muestra:

**SANT ESTEVE "EL BROGAL" PROYECTO SONDEO CHEBRO 2ºF. REFERENCIA EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000008090**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **25/09/2007**

Fecha recepción: **17/10/2007**

Inicio análisis: **17/10/2007**

Fin análisis: **22/10/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	6,33 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	279,15 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,19 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	80,90 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	2,89 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	388 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,08 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	3,16 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,42 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,19 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	3,86 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	10,56 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

*El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.*

*Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.*

*Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación.*

*Los ensayos marcados en este informe (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.*

*CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.*

**29 de octubre de 2007**

*Fdo.: Susana Avilés Espiñero*

*Lcda. en Ciencias Químicas*

*Directora Técnica del Laboratorio de CAASA*

**Página 1/1**

# ANEJO 7

## FICHA MARM Y FICHA I.P.A

# FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		"El Brogal"			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.303.009	
CÓDIGO IPA		3212-8-0025	Nº MTN 1:50.000	289	MUNICIPIO	Sant Esteve de la.	PROVINCIA	Lérida
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		038   TREMP-ISONA						
U. HIDROGEOLÓGICA		3.03 Tremp-Isona						
ACUÍFERO(S)		30304 I Maastrichtiense-Areniscas de Areny 540						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	313190	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	Brocal		
	Y	4661117						
COTA DEL SUELO msnm	Z	968	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25:000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0		
POLÍGONO		002			PARCELA		132	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayto. Sant Esteve de la Sarga						
PERSONA DE CONTACTO		Alcalde de Sant Esteve de la Sarga: D. Jaume Montanuy Baró. Tf: 973 65 33 77						
ACCESO		Camino de Alsamora a Sant Esteve. Tomar durante 300 m la pista que sube al Montsec.						

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	PROFUNDIDAD DEL SONDEO						151	EMPAQUE			no
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	12	324	0	12	300	Metálica	220	232	Puentecillo	0	2
12	280	220	12	278,5	180	Metálica	244	250	Puentecillo	10	12
			0	268	125	PVC	256	262	Puentecillo		
							268,5	272,5	Puentecillo		
							243	249	PVC filtro		
							255	263	PVC filtro		

## HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

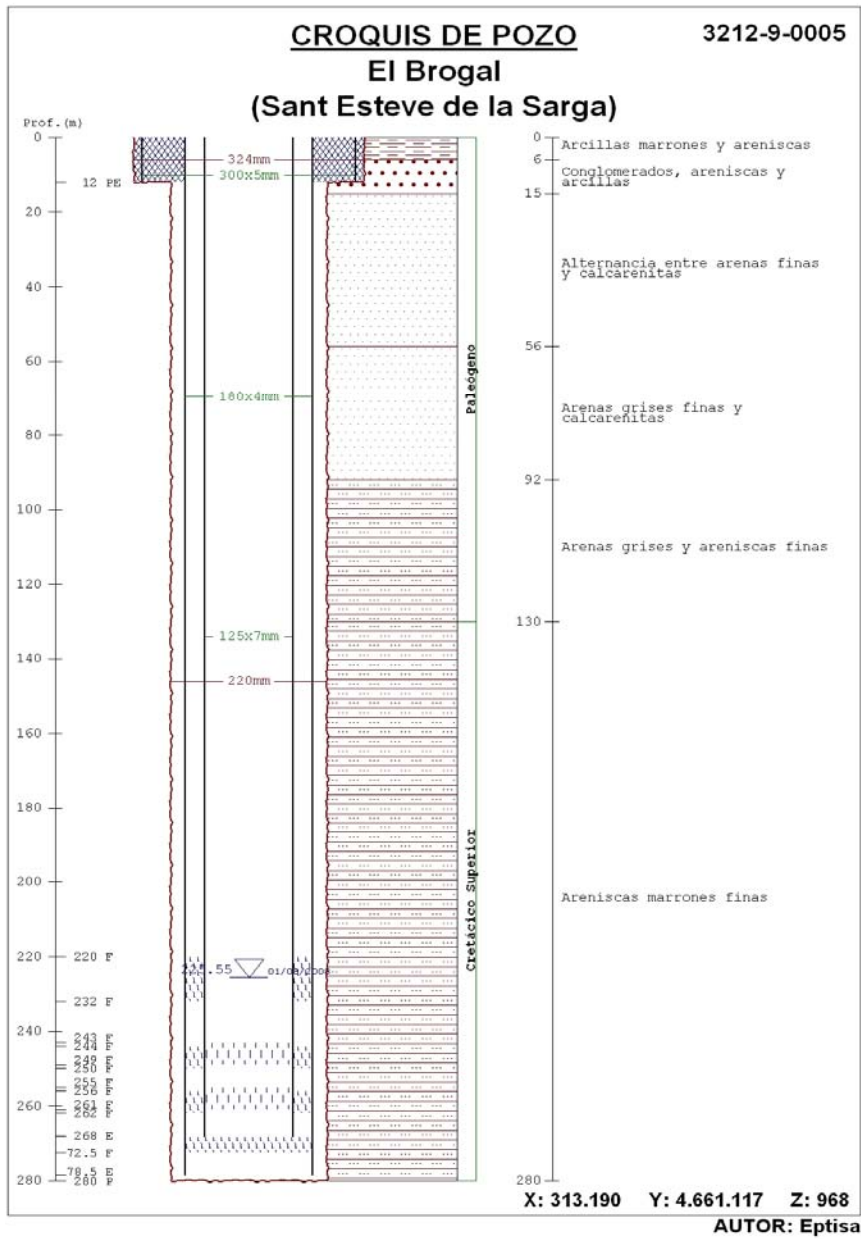
UBICACIÓN DEL SONDEO



FOTO AÉREA



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

